



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИАТЭ  
протокол №9 от 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Института теплоэнергетики

С.О. Гапоненко

« 23 » 01 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.20.08 Методы моделирования и исследования

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и) \*  
(профиль(и)) Цифровой инжиниринг при проектировании и  
диагностике газотурбинных установок

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

| Наименование<br>кафедры | Должность,<br>уч.степень, уч.звание | ФИО<br>разработчика |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| ЭМС                     | Доцент, к.т.н.                      | Титов А.В.          |

| Согласование | Наименование<br>подразделения        | Дата       | №<br>протокола | Подпись                                          |
|--------------|--------------------------------------|------------|----------------|--------------------------------------------------|
| Одобрена     | ЭМС                                  | 12.01.2024 | 6              | <hr/> Зав.каф., д.т.н., доц.<br>Мингалеева Г. Р. |
| Согласована  | ЭМС                                  | 12.01.2024 | 6              | <hr/> Зав.каф., д.т.н., доц.<br>Мингалеева Г. Р. |
| Согласована  | Учебно-<br>методический<br>совет ИТЭ | 23.01.2024 | 5              | <hr/> Директор, к.т.н., доц.<br>Гапоненко С.О.   |
| Одобрена     | Ученый совет<br>института ИТЭ        | 23.01.2024 | 5              | <hr/> Директор, к.т.н., доц.<br>Гапоненко С.О.   |

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Методы моделирования и исследования» является формирование знаний по применению методов моделирования и исследования математических моделей динамических систем, формирование у студентов знаний по основам составления моделей систем различных классов, исследования этих моделей и обработки результатов..

Задачами дисциплины являются:

- изучение методов моделирования и проведения исследований динамических систем;
- изучение методов анализа и синтеза математических моделей динамических систем с применением средств вычислительной техники;
- освоение теории и методов математического моделирования с учетом требований системности, позволяющих анализировать их динамику и возможность управления машинным экспериментом, судить об адекватности моделей исследуемых систем, организовать моделирование систем на современных средствах вычислительной техники.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                              | Код и наименование индикатора                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ОПК-3.5 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Математика», «Физика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Теоретические основы теплотехники».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Циклы парогазовых установок», «Режимы работы газотурбинных установок», «Динамика и прочность газовых турбин».

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы            | Всего<br>ЗЕ | Всего<br>часов | Семестр(ы) |
|-------------------------------|-------------|----------------|------------|
|                               |             |                | 6          |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 3           | 108            | 108        |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА*            | -           | 58             | 58         |

|                                     |     |    |    |
|-------------------------------------|-----|----|----|
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                   | 1,5 | 46 | 46 |
| Лекции                              | 1   | 30 | 30 |
| Практические (семинарские) занятия  | 0,5 | 16 | 16 |
| Лабораторные работы                 | 0   | 0  | 0  |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ | 1   | 62 | 62 |
| Проработка учебного материала       | 1   | 26 | 26 |
| Курсовой проект                     | -   | -  | -  |
| Курсовая работа                     | -   | -  | -  |
| Промежуточная аттестация:           |     |    | Э  |
|                                     |     |    | -  |

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины        | Всего часов | Распределение трудоемкости по видам учебной работы |           |           |           | Формы и вид контроля | Индексы индикаторов формируемых компетенций |
|---------------------------|-------------|----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------------------------------------------|
|                           |             | лекции                                             | лаб. раб. | пр. зан.  | сам. раб. |                      |                                             |
| Раздел 1                  | 54          | 15                                                 | 0         | 8         | 13        | ТК1                  | ОПК-3.5 3                                   |
| Раздел 2                  | 54          | 15                                                 | 0         | 8         | 13        | ТК2                  | ОПК-3.5 у, в                                |
| Экзамен                   | 18          |                                                    |           |           | 36        | <b>ОМ 1</b>          | ОПК-3.5                                     |
| <b>Итого за 6 семестр</b> | <b>108</b>  | <b>30</b>                                          | <b>0</b>  | <b>16</b> | <b>62</b> |                      |                                             |
| <b>ИТОГО</b>              | <b>108</b>  | <b>30</b>                                          | <b>0</b>  | <b>16</b> | <b>62</b> |                      |                                             |

### 3.3. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Математические модели

Понятие математической модели. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Первая группа требований. Вторая группа требований. Третья группа требований. По характеру описываемых режимов работы ГТД, по числу описываемых режимов, по виду входной информации, по уровню сложности моделей, по степени универсальности модели, по способу организации вычислительного процесса. Универсальные математические модели. Метод закольцовок. Метод систем уравнений.

Метод систем невязок. Структура входной и выходной информации. Структура универсальной математической модели ГТУ.

Метод Ньютона. Метод Ньютона-Рафсона. Гибкий полиметод. Элементы матрицы Якоби. Линейный поиск. Стратегия линейного поиска.

Анализ конструктивной схемы. Условный номер схемы двигателя. МУ типа “Входное устройство”. МУ типа “Переходной канал”. МУ типа

“Компрессор 1-го уровня сложности“. МУ типа “Основная камера сгорания“. МУ типа “Турбина. МУ типа “Теплообменник.

Основной информационный массив. Группы и подгруппы. Программные и физические адреса параметров. Подгруппа входных данных. Подгруппа характеристик узла. Подгруппа отборов и подводов воздуха (газа). Подгруппа, коррекции характеристик узла.

## Раздел 2. Исследование ГТУ на установившихся режимах работы.

Порядок ввода и состав входных данных. Информация, определяющая условия и режимы работы модели двигателя. Информация определяющая расчетные режимы математической модели двигателя. Программы и законы управления двигателем.

Формирование облика ПГУ методом вариантного расчета. Формирование облика ПГУ методом одномерной оптимизации.

Расчет дроссельных характеристик. Расчет климатической характеристики. Расчет дроссельной характеристики с оптимизацией по одной переменной. Расчет характеристик в нечетких числах.

Одномерная характеристика. Двумерная характеристика. Трехмерная характеристика. Контрольное воспроизведение характеристик узла

Математическая постановка задачи. Расчет переходных режимов и их идентификация по результатам стендовых испытаний. Особенности входных данных математической модели ГТД при расчете переходных режимов. Входные данные задачи. Расчет запуска. Расчет переходных процессов при изменении атмосферных условий.

Расчет приемистости с заданным законом подачи топлива. Расчет приемистости с неизвестным законом подачи топлива.

Математическая постановка задачи. Алгоритм статистического поиска. Оптимизационные задачи при выборе параметров ГТД. Особенности входных данных математической модели ГТД.

Математическая постановка задачи. Метод гребневых оценок. Усовершенствование метода. Погрешности и контроль измерений. Алгоритм программы идентификации. Идентификация математических моделей ГТД. Особенности входных данных математической модели при решении задач идентификации. Рекомендации по проведению идентификации.

### 3.4. Тематический план практических занятий

|   |                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------|
| 1 | Назначение и структура информационного массива                 |
| 2 | Входные данные математической модели                           |
| 3 | Формирования облика ПГУ                                        |
| 4 | Исследование ГТУ на установившихся режимах работы              |
| 5 | Аппроксимация и контрольное воспроизведение характеристик узла |
| 6 | Расчет характеристик на переходных режимах работы              |

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                    | Уровень сформированности индикатора компетенции                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                               |  |
|-----------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                 |                            |                                                                                                                                                                      | Высокий                                                                                                                                                                                    | Средний                                                                                                                                                                                                     | Ниже среднего                                                                                                                                                                                       | Низкий                                                                                                                                                                        |  |
|                 |                            |                                                                                                                                                                      | от 85 до 100                                                                                                                                                                               | от 70 до 84                                                                                                                                                                                                 | от 55 до 69                                                                                                                                                                                         | от 0 до 54                                                                                                                                                                    |  |
|                 |                            |                                                                                                                                                                      | Шкала оценивания                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                               |  |
|                 |                            |                                                                                                                                                                      | отлично                                                                                                                                                                                    | хорошо                                                                                                                                                                                                      | удовлетворительно                                                                                                                                                                                   | неудовлетворительно                                                                                                                                                           |  |
|                 |                            |                                                                                                                                                                      | зачтено                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                     | не зачтено                                                                                                                                                                    |  |
| ОПК-3           | ОПК-3.5                    | знать:                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                               |  |
|                 |                            | физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины | Знает физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины в полном объеме | Знает физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины, допускает незначительные ошибки | Знает физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины, допускает грубые ошибки | Не знает физических основы и математических модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины |  |
|                 |                            | уметь:                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                               |  |
|                 |                            | пользоваться принятыми в                                                                                                                                             | Умеет пользоваться                                                                                                                                                                         | Умеет пользоваться                                                                                                                                                                                          | Умеет пользоваться                                                                                                                                                                                  | Не умеет пользоваться                                                                                                                                                         |  |

|  |  |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок                                       | ся принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок, не допускает ошибок                               | ся принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок, допускает незначительные ошибки                               | ся принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок, допускает грубые ошибки                               | ся принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок                                  |
|  |  | владеть:                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |
|  |  | навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономичности и надежности паротурбинных установок | Владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок, не допускает ошибок | Владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок, допускает незначительные ошибки | Владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок, допускает грубые ошибки | Не владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок |

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

### **5.1.1. Основная литература**

1. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Н. Ашихмин [и др.] ; под ред. П. В. Трусова. - М. : Логос, 2007. - 440 с.
2. Математическое моделирование тепломеханических процессов : учебное пособие / С. И. Шувалов ; ред.: Г. В. Ледуховский, Е. Н. Бушуев. - Иваново : ИГЭУ, 2021. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/8815>. - Текст : электронный.
3. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211124>.
4. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212213>.

### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Численные методы математического моделирования : лаб. практикум / В. В. Андреев, Т. К. Филимонова. - 2-е изд. - Казань : КГЭУ, 2004. - 71 с.
2. Автоматизированное проектирование двигателей : учебное пособие / Б. М. Осипов [и др.]. - Казань : КГТУ им. А. Н. Туполева, 2005. - 166 с.
3. Автоматизированная система газодинамических расчетов энергетических турбомашин : учебное пособие по курсу " Система автоматизированного проектирования ГТУ " / Б. М. Осипов, А. В. Титов. - Казань : КГЭУ, 2012.
4. Кутузов, О. И. Моделирование систем. Имитационный метод / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-507-44696-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/266780>.

## **5.2. Информационное обеспечение**

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов   | Ссылка                                                        |
|-------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1     | Электронно-библиотечная система «Лань»         | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| 2     | Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»    | <a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>           |
| 3     | Электронно-библиотечная система «book.ru»      | <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>       |
| 4     | Энциклопедии, словари, справочники             | <a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a> |
| 5     | Портал "Открытое образование"                  | <a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>                 |
| 6     | Единое окно доступа к образовательным ресурсам | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>       |
| 7     | Научно-технический центр «АПМ»                 | <a href="https://apm.ru/">https://apm.ru/</a>                 |

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных       | Адрес                                                             | Режим доступа                                                     |
|-------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1     | Российская национальная библиотека             | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>                       | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>                       |
| 2     | Платформа SpringerLink                         | <a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>  | <a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>  |
| 3     | КиберЛенинка                                   | <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>   | <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>   |
| 4     | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU     | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>               | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>               |
| 5     | Национальная электронная библиотека (НЭБ)      | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>               | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>               |
| 6     | Техническая библиотека                         | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>         | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>         |
| 7     | eLIBRARY.RU                                    | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>              | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>              |
| 8     | SpringerLink                                   | <a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>  | <a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>  |
| 9     | Единое окно доступа к образовательным ресурсам | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>         | <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>         |
| 10    | Физика твёрдого тела                           | <a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>          | <a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>          |
| 11    | «Консультант плюс»                             | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> |

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование программного обеспечения                | Описание                                                                    | Реквизиты подтверждающих документов                                    |
|-------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Windows 7 Профессиональная (Starter)                 | Пользовательская операционная система                                       | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно |
| 2     | Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+ | Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно    |

|   |                                 |                                                                                                                                              |                                                                               |
|---|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | LMS Moodle                      | ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента                                                                           | Свободная лицензия<br>Неискл. право.<br>Бессрочно                             |
| 4 | Браузер Chrome                  | Система поиска информации в сети интернет                                                                                                    | Свободная лицензия<br>Неискл. право.<br>Бессрочно                             |
| 5 | Компас-3D V13<br>Модуль APM FEM | Программное обеспечение для трёхмерного моделирования, дополнительный модуль с применением МКЭ в механических задачах                        | ЗАО "СофтЛайнТрейд"<br>№33659/KZN12 от 04.05.2012 Неискл. право.<br>Бессрочно |
| 6 | APM WinMachine                  | ПО для проведения расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, в том числе с применением МКЭ. | ООО "НТИЦ "АПМ"<br>№2018.53027 от 15.10.2018 Неискл. право. Бессрочно         |
| 7 | ANSYS                           | ПО для анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций методом конечных элементов и прогнозирования остаточного ресурса  | лицензия                                                                      |
| 8 | АС ГРЭТ                         | Автоматизированная система газотермодинамических расчетов энергетических турбомашин                                                          | КГЭУ                                                                          |

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Наименование вида учебной работы | Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории                                                                                          | Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                           | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-517                                                                                         | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия |
| Практические занятия             | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-514 | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов) и др., лицензионное программное обеспечение            |
| Самостоятельная                  | Компьютерный класс с                                                                                                                                    | Специализированная учебная мебель на 30                                                                                                                                                                                                          |

|        |                           |                                                                                                                                                                         |
|--------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| работа | выходом в Интернет В-600а | посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение              |
|        | Читальный зал библиотеки  | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение |
|        |                           |                                                                                                                                                                         |

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению

подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской

идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межнациональной и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

#### *Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

#### *Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

#### *Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

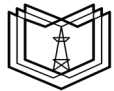
- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание изменений | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                               | 3                          | 4                    | 5                                                       | 6                                                                                                          |
| 1        |                                 |                            |                      |                                                         |                                                                                                            |
| 2        |                                 |                            |                      |                                                         |                                                                                                            |
| 3        |                                 |                            |                      |                                                         |                                                                                                            |

Приложение к рабочей  
программе дисциплины



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**  
**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**по дисциплине**

*Б1.О.20.08 Методы моделирования и исследования*

---

Направление подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2024

Оценочные материалы по дисциплине «Методы моделирования и исследования», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

Семестр \_\_\_\_

| Наименование раздела                                                  | Формы контроля | Рейтинговые показатели |                            |                     |                            |                      |                            |              |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|--------------|
|                                                                       |                | I текущий контроль     | Дополнительные баллы к ТК1 | II текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК2 | III текущий контроль | Дополнительные баллы к ТК3 | Итого        |
| <b>Раздел 1. «Математические модели»</b>                              | <b>ТК1</b>     | <b>15</b>              | <b>0-15</b>                |                     |                            |                      |                            | <b>15-30</b> |
| Тест или письменный опрос                                             |                | 7                      |                            |                     |                            |                      |                            |              |
| Защита практической работы                                            |                | 4                      |                            |                     |                            |                      |                            |              |
| Отчет по самостоятельной работе                                       |                | 4                      |                            |                     |                            |                      |                            |              |
| <b>Раздел 2. «Исследование ГТУ на установившихся режимах работы.»</b> | <b>ТК2</b>     |                        |                            | <b>15</b>           | <b>0-15</b>                |                      |                            | <b>15-30</b> |
| В письменной форме по билетам                                         |                |                        |                            |                     |                            |                      |                            | 0-30         |

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине             | Уровень сформированности индикатора компетенции |                                          |                                          |                                             |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                 |                            |                                                               | Высокий                                         | Средний                                  | Ниже среднего                            | Низкий                                      |
|                 |                            |                                                               | от 85 до 100                                    | от 70 до 84                              | от 55 до 69                              | от 0 до 54                                  |
|                 |                            |                                                               | Шкала оценивания                                |                                          |                                          |                                             |
|                 |                            |                                                               | отлично                                         | хорошо                                   | удовлетворительно                        | неудовлетворительно                         |
|                 |                            |                                                               | зачтено                                         |                                          |                                          | не зачтено                                  |
| ОПК-3           | ОПК-3.5                    | знать:<br>физические основы и математические модели процессов | Знает физические основы и математические        | Знает физические основы и математические | Знает физические основы и математические | Не знает физические основы и математические |

|  |  |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины                                                | модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины в полном объеме                                           | модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины, допускает незначительные ошибки                                      | модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины, допускает грубые ошибки                                      | еские модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины                                   |
|  |  | уметь:                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |
|  |  | пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок | Умеет пользоваться принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок, не допускает ошибок | Умеет пользоваться принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок, допускает незначительные ошибки | Умеет пользоваться принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок, допускает грубые ошибки | Не умеет пользоваться принятым и в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок |
|  |  | владеть:                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |
|  |  | навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей                                       | Владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик                                                                                                                  | Владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик                                                                                                                              | Владеет навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик                                                                                                                      | Не владеет навыками выполнения расчетов по определению основных                                                                                                           |

|  |  |                                                    |                                                                                                                                |                                                                                                                                            |                                                                                                                                    |                                                                                                                         |
|--|--|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | экономичности и надежности паротурбинных установок | течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок, не допускает ошибок | течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок, допускает незначительные ошибки | течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок, допускает грубые ошибки | характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономической и надежности паротурбинных установок |
|--|--|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание методов моделирования и исследования, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; методов моделирования и исследования, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства  | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                                                           | Описание оценочного средства                          |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Опрос по разделам (темам)         | Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины                                                                                                                                                                      | Перечень определений основных понятий темы/дисциплины |
| Практическое задание (ПЗ)         | Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий | Комплект задач и заданий                              |
| Расчетно-графическая работа (РГР) | Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или выполнения заданий по разделу или                                                                        | Комплект индивидуальных заданий для выполнения РГР    |

|  |                    |  |
|--|--------------------|--|
|  | дисциплине в целом |  |
|--|--------------------|--|

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

1. Метод Ньютона.
2. Метод Ньютона-Рафсона.
3. Гибкий полиметод.
4. Элементы матрицы Якоби.
5. Линейный поиск.
6. Стратегия линейного поиска.
7. Анализ конструктивной схемы.
8. Условный номер схемы двигателя.
9. Основной информационный массив.
10. Группы и подгруппы.
11. Программы управления двигателем.
12. Законы управления двигателем.