


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФМАТ  В.И. Ряжских
«21» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

« Методы математического моделирования »

Специальность 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.


Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023


Автор программы

 / А.В. Ряжских /

Заведующий кафедрой
Ракетных двигателей

 / В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП

 / В.С. Рачук /

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

обучение студентов навыкам применения методов математического моделирования при решении задач в сложных технических системах с использованием современных средств и математических пакетов предметного назначения

1.2. Задачи освоения дисциплины

основных понятий и терминологических конструкций в использовании современных методов математического моделирования; гидродинамических и тепломассообменных идеализаций для синтеза физических представлений в моделируемых технических системах; базового математического обеспечения на платформе пакета Maple; алгоритмов адаптации этапов моделирования к конкретным предметно-ориентированным системам

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы математического моделирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-5 - Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-5	знать основные физические законы и принципы построения математических моделей
	уметь пользоваться основными подходами для построения новых математических моделей, отвечающим физическим законам; применять методы моделирования к решению типовых и практических инженерных задач профессиональной деятельности
	владеть навыками применения современного инструментария математического моделирования для анализа результатов расчетов и обоснования полученных выводов при проведении научных исследований, а также в профессиональной деятельности применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных аппаратов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы математического моделирования» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в математическое моделирование.	Понятие математической модели. Классификация математических моделей. Состав математического описания. Алгоритм математического моделирования. Общие закономерности процессов. Общие материальные и энергетические балансы. Дифференциальные уравнения как инструмент моделирования. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений. Основные свойства преобразования Лапласа. Понятие передаточной функции. Идея метода декомпозиции объекта.	2	2	6	12	22
2	Моделирование явлений переноса.	Модели структуры потоков и требования к ним.	2	2	6	12	22
3	Анализ модели идеального перемешивания	Физическая модель идеального перемешивания. Синтез математической модели идеального перемешивания. Анализ модели идеального перемешивания.	2	2	6	12	22
4	Анализ модели идеального вытеснения.	Физическая модель идеального вытеснения. Синтез математической модели идеального вытеснения. Решение уравнения модели.	4	4	6	12	26
5	Диффузионная модель.	Физические основы диффузионной модели. Синтез диффузионной модели.	4	4	6	12	26

		Решение уравнения диффузионной модели.					
6	Комбинированные модели.	Общая характеристика комбинированных моделей. Моделирование объекта, сочетающего параллельные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения. Моделирование объекта, сочетающего последовательно расположенные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения.	4	4	6	12	26
Итого			18	18	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

- 1) Моделирование явлений переноса.
- 2) Анализ модели идеального перемешивания
- 3) Анализ модели идеального вытеснения.
- 4) Диффузионная модель.
- 5) Комбинированные модели.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Моделирование переходных режимов при теплопереносе в энергонапряженных технических системах ЛА»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- гидродинамических и тепломассообменных идеализаций для синтеза физических представлений в моделируемых технических системах;
- базового математического обеспечения на платформе пакета Maple;
- алгоритмов адаптации этапов моделирования к конкретным предметно-ориентированным системам.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-5	знать основные физические законы и принципы	Обучающийся знает теоретический материал,	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

построения математических моделей	относящийся к данной компетенции (в том числе знает правила, последовательность, алгоритм выполнения действий, умений). Может его воспроизвести (с разной степенью точности), ответить на уточняющие вопросы.	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
уметь пользоваться основными подходами для построения новых математических моделей, отвечающим физическим законам; применять методы моделирования к решению типовых и практических инженерных задач профессиональной деятельности	Обучающийся демонстрирует умения (с различной степенью самостоятельности), относящиеся к данной компетенции.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
владеть навыками применения современного инструментария математического моделирования для анализа результатов расчетов и обоснования полученных выводов при проведении научных исследований, а также в профессиональной деятельности применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных	Владение знаниями и умениями, как готовность самостоятельного применения демонстрировать, осуществлять деятельность в различных ситуациях, относящихся к данной компетенции. Обучающийся способен отбирать и интегрировать имеющиеся знания и умения исходя из поставленной цели, проводить самоанализ и самооценку.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-5	знать основные физические законы и принципы построения математических моделей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться основными подходами для построения новых математических	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

моделей, отвечающим физическим законам; применять методы моделирования к решению типовых и практических инженерных задач профессиональной деятельности		ответы	во всех задачах		
владеть навыками применения современного инструментария математического моделирования для анализа результатов расчетов и обоснования полученных выводов при проведении научных исследований, а также в профессиональной деятельности применительно к конкретным задачам проектирования двигателей и энергетических установок летательных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Результатом процесса формализации является:

- a. описательная модель
- b. математическая модель
- c. графическая модель
- d. предметная модель

2. Моделирование - это:

- a. процесс демонстрации моделей одежды в салоне мод
- b. процесс неформальной постановки конкретной задачи
- c. процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом

- d. процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта
- e. процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели

3. Модель объекта это...

- a. предмет похожий на объект моделирования
- b. объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
- c. копия объекта
- d. шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

4. Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка и программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов - это:

- a. разработка алгоритма решения задач
- b. этапы решения задачи с помощью компьютера
- c. анализ существующих задач

5. Методами математического моделирования являются ...

- a. Аналитический
- b. Числовой
- c. Аксиоматический и конструктивный
- d. Имитационный

6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:

- a. Аналитическая
- b. Графическая
- c. Цифровая
- d. Алгоритмическая

7. Основная функция модели это:

- a. Получить информацию о моделируемом объекте
- b. Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- c. Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- d. Воспроизвести физическую форму объекта

8. Математическая модель объекта - это:

- a. созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала
- b. описание в виде схемы внутренней структуры изучаемого объекта
- c. совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведения в виде таблицы
- d. совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение

9. Как называется упрощенное представление реального объекта?

- a. оригинал
- b. прототип
- c. модель
- d. система

10. Фазовая траектория это

- a. Вектор в полярной системе координат
- b. След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве
- c. Монотонно убывающая функция
- d. Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Методом Ньютона найти корень уравнения $x^4 - 2x - 4 = 0$ с точностью до 0,01:

- а) 15,83;
- б) 15,74;
- в) 1,64;
- г) 1,57.

2. Интерполяционный многочлен Лагранжа для функций, заданной таблично

x	1	2	3	5
y	1	5	14	81

равен:

- а) $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$;
- б) $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$;
- в) $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$;
- г) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$.

3. Конечная разность первого порядка Δy_0 функция $y = x^2+x+3$ при начальном значении $x_0=0$ и шаге $h=1$ равна:

- а) -2;
- б) 3;
- в) 1;
- г) 2.

4. Приближенное значение интеграла $\int_0^5 x dx$ (полагая $n=5$), вычисленное по формуле левых прямоугольников, равно:

- а) 15;
- б) 5;
- в) 12,5;
- г) 10.

5. Используя метод левых прямоугольников вычислен определенный интеграл $\int_1^9 \frac{dx}{x+2}$ (полагая $n=4$), который приблизительно равен:

- а) 1,5744;
- б) 1,6024;
- в) 1,1053;
- г) 1,7845.

6. Приближенное значение интеграла $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при $h=0,25$, вычисленное по формуле Симпсона, равно:

- а) 0,782;
- б) 0,702;
- в) 0,5;
- г) 0,645.

7. Методом Эйлера для дифференциального уравнения $y'=y-x$ с начальным условием $x_0=0; y_0=1,5$ на отрезке $[0;1,5]$ при $h=0,25$ y_2 равно:

- а) 2;
- б) 2,28125;
- в) 1,45;
- г) 4,75275.

8. При интегрировании методом Эйлера дифференциального уравнения

$y'=y-x$ с начальным условием $x_0=0, y_0=1,5$ на отрезке $[0;1,5]$ при $h=0,25$ Δy_2 равно:

- а) 0,406;

- б) 0,25;
- в) 0,375;
- г) 0,445.

9. Если последовательные значения функции, являющейся решением задачи Коши для дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ с начальными условиями $y(x_0) = y_0$, $x = x_0$, находятся по методу Эйлера $y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k)$, то y_1 , определяемая уравнением $y' = x + y$, при $y_0 = 1, x_0 = 0$ и шаге $h = 0,1$ равно:

- а) 1,1;
- б) 2;
- в) 1,2;
- г) 1,3.

10. Используя прикладной программный пакет Maple или с помощью программы, составленной на языке программирования Паскаль вычислить интеграл от заданной функции $f(x)$ на отрезке $[a; b]$ при делении отрезка на 30 равных частей методом среднего прямоугольника $(x + 1,9)\sin(\frac{x}{3})$, $a = 1$; $b = 2$

- а) 1.728
- б) 3,486;
- в) 0,874;
- г) 1,3.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Тогда высота подъема воды в открытом пьезометре равна ... м.

- а) 3
- б) 7
- в) 17
- г) 4

2. Смоченный периметр для полукруглого живого сечения с радиусом 0,4 м равен... м

- а) 1,256
- б) 2,512
- в) 0,628
- г) 0,314

3. Приблизительная сила избыточного гидростатического давления в

закрытом сосуде на вертикальную прямоугольную стенку, заглубленную по верхнюю кромку равна ... кН. При условии, что высота стенки 2 м, а ширина 8 м. Поверхностное избыточное давление составляет 50кПа.

- а) 900
- б) 160
- в) 960
- г) 1120

4. Два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 100 мм (расходная характеристика $K = 53,9$ л/с). Если перепад уровней в баках составляет 2,5 м, а длина его 25 м, то расход жидкости в трубе равен... л/с

- а) 17,05
- б) 34,1
- в) 26
- г) 2,6

5. Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Тогда высота подъема воды в открытом пьезометре равна ... м.

- а) 3
- б) 7
- в) 17
- г) 4

6. Смоченный периметр для полукруглого живого сечения с радиусом 0,4 м равен... м

- а) 1,256
- б) 2,512
- в) 0,628
- г) 0,314

7. Приблизительная сила избыточного гидростатического давления в закрытом сосуде на вертикальную прямоугольную стенку, заглубленную по верхнюю кромку равна ... кН. При условии, что высота стенки 2 м, а ширина 8 м. Поверхностное избыточное давление составляет 50кПа.

- а) 900

- б) 160
- в) 960
- г) 1120

8. Два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 100 мм (расходная характеристика $K = 53,9$ л/с). Если перепад уровней в баках составляет 2,5 м, а длина его 25 м, то расход жидкости в трубе равен... л/с

- а) 17,05
- б) 34,1
- в) 26
- г) 2,6

9. Точка присоединения открытого пьезометра заглублена на 4 м под уровень воды, а абсолютное давление над свободной поверхностью составляет 1,3 атм. Тогда высота подъема воды в открытом пьезометре равна ... м.

- а) 3
- б) 7
- в) 17
- г) 4

10. Смоченный периметр для полукруглого живого сечения с радиусом 0,4 м равен... м

- а) 1,256
- б) 2,512
- в) 0,628
- г) 0,314

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Понятие математической модели.
2. Классификация математических моделей.
3. Состав математического описания.
4. Алгоритм математического моделирования.
5. Общие закономерности процессов.
6. Общие материальные и энергетические балансы.
7. Дифференциальные уравнения как инструмент моделирования.
8. Применение операционного исчисления для решения дифференциальных уравнений.

9. Основные свойства преобразования Лапласа.
10. Понятие передаточной функции.
11. Идея метода декомпозиции объекта.
12. Модели структуры потоков и требования к ним.
13. Физическая модель идеального перемешивания.
14. Синтез математической модели идеального перемешивания.
15. Анализ модели идеального перемешивания.
16. Физическая модель идеального вытеснения.
17. Синтез математической модели идеального вытеснения.
18. Решение уравнения модели идеального вытеснения.
19. Физические основы диффузионной модели.
20. Синтез диффузионной модели.
21. Решение уравнения диффузионной модели.
22. Общая характеристика комбинированных моделей.
23. Моделирование объекта, сочетающего параллельные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения.
24. Моделирование объекта, сочетающего последовательно расположенные зоны идеального перемешивания и идеального вытеснения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 18 до 20 баллов.
2. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 13 до 17 баллов.
3. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 12 баллов.
4. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 8 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в математическое моделирование.	ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
2	Моделирование явлений переноса.	ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
3	Анализ модели идеального перемешивания	ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, требования к

			курсовой работе
4	Анализ модели идеального вытеснения.	ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
5	Диффузионная модель.	ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
6	Комбинированные модели.	ОПК-5	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Популярные вычислительные методы в инженерных расчетах: учеб. пособие / Ю.А. Булыгин, А. В. Кретинин, В. А. Коробченко, А. А. Гуртовой. – Воронеж: ВГТУ, 2007. 172 с.

2. Кудинов, И. В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [Электронный ресурс] / Кудинов И.В., Кудинов В.А., Еремин А.В., Колесников С.В. - Москва : Лань, 2015. - ISBN 978-5-8114-1837-4.URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56168

3. Математическое моделирование и расчет рабочих процессов в ЖРД :

учеб. пособие. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2000. - 150 с. - 30.00.

4. Параметрическая идентификация гидродинамики каналов ЖРД : Учеб. пособие / Под ред. Ю.А. Булыгин. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2001. - 86 с. - 25.00.

5. Кретинин А.В., Гуртовой А.А., Батищев С.И., Демьяненко Ю.В., Сушков А.М. Методическое руководство к выполнению практических заданий по курсу «Математическое моделирование» // Воронеж, ВГТУ, 2015. 45 с.

6. Кретинин А.В., Гуртовой А.А., Батищев С.И., Демьяненко Ю.В., Сушков А.М. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Математическое моделирование» // Воронеж, ВГТУ, 2015. 47 с.

7. Кретинин А.В., Гуртовой А.А., Батищев С.И., Демьяненко Ю.В., Сушков А.М. Методические указания для выполнения курсовой работы по курсу «Математическое моделирование» // Воронеж, ВГТУ, 2015. 44 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
Microsoft Windows 7	Open License
Microsoft Office 2007	Open License
Adobe Reader	Свободное ПО
Maple v.17	Open License

Профессиональные базы данных

Наименование ПБД	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

Информационные справочные системы

Наименование ИСС	Электронный адрес ресурса
Математический справочник	dict.sernam.ru
Информационная система	Math-Net.Ru

Электронный каталог научной библиотеки:

<https://cchgeu.ru/university/elektronnyy-katalog/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория № 153 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, оборудованная мультимедиа-проектором и экраном, для проведения лекционных и практических занятий.

Аудитории № 154, № 149 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованные специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя для проведения лекционных и практических занятий.

Специализированная аудитория, оснащенная персональными компьютерами и специальным программным обеспечением для лабораторных работ - учебная аудитория № 134 (ул. Ворошилова, 20, 7 эт.), укомплектованная специализированной мебелью и оборудованная техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы математического моделирования» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков математического моделирования жидкостных ракетных двигателей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки,

	<p>обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>
Практическое занятие	<p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>
Лабораторная работа	<p>Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			