

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт транспорта и логистики
Кафедра двигателей внутреннего сгорания**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
Быкадоров В.В.
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССОВ В ДВС»**

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль «Двигатели внутреннего сгорания»

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы математического моделирования процессов в ДВС» по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение. – 46 с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Основы математического моделирования процессов в ДВС» разработана с учетом ФГОС ВО: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 145.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»
Данилейченко А.А.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»
Антоненко Н.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»

« 12 » 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой _____ А.А.Данилейченко

Переутверждена: « _____ » _____ 20__ г., протокол № ____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики

« 14 » 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И.Иванова

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний принципов и навыков математического моделирования термодинамических, газодинамических и других процессов при получении тепловой энергии и преобразовании её в механическую энергию в поршневых двигателях внутреннего сгорания.

Задачами является привитие навыков по принципам построения математических моделей и способами оценки их адекватности, использованию вероятностных моделей, использования расчетных методов исследования при совершенствовании поршневых двигателей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Основы математического моделирования процессов в ДВС» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, модуль профессиональных дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** разделов из цикла фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин, **умения** воспользоваться имеющейся информацией для дальнейшего проектирования и расчета рабочего процесса двигателя и его систем, **навыки** работы на ЭВМ, полученные при изучении курса Информатики.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Математика, Физика, Детали машин и основы конструирования, Информатика, Сопротивление материалов, Теория ДВС и служит основой для освоения дисциплин Основы газовой динамики комбинированных ДВС, Агрегаты наддува ДВС, Динамика ДВС, Системы ДВС, Системы топливоподачи и управления ДВС, Системы автоматизированного проектирования ДВС и др.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1. Демонстрирует знание методик и разработки алгоритмов и компьютерных программ для практического применения.	знать: методы математического моделирования процессов в поршневых двигателях и области использования их при исследовании и анализе процессов в двигателях; методы оценки адекватности моделей, численные методы, используемые при проведении технических расчетов; методы использования математических моделей различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов, для разработки экономичных и малотоксичных двигателей; уметь: использовать современные информационные технологии для моделирования и оптимизации процессов в двигателях с учетом их конструктивных особенностей; проектировать двигатели с заданными параметрами и характеристиками с использованием расчетных методов; владеть навыками: составления программ расчета процессов в поршневых двигателях
---	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4зач. ед)	144 (4 зач. ед)

Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	68	16
в том числе:		
Лекции	34	8
Семинарские занятия		
Практические занятия	34	8
Лабораторные работы		
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций, индивидуальное задание и т.п.)	18	18
Самостоятельная работа студента (всего)	76	128
Формы аттестации	5 зачет, 6 экзамен	6 зачет, 7 экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Цель и задачи дисциплины. История развития дисциплины. Объекты и процессы моделирования. Цель изучения дисциплины. Задачи изучения дисциплины. Требования к знаниям студентов. Определение модели. Общие признаки и свойства моделей. Материальные и идеальные модели. Материальные модели. Идеальные модели. Кибернетическое представление модели в виде «черного ящика». Величины, входящие в математическую модель (эндогенные и др.). Непрерывные и дискретные модели. Детерминированные и стохастические модели. Сосредоточенные и распределенные модели.

2. Обзор методов моделирования объектов и процессов ДВС. Сведения по математическому анализу функций. Статические и динамические модели. Адекватность и эффективность математических моделей. Общая логика построения моделей. Аналитические модели. Идентифицируемые модели. Введение в математический анализ.

3. Теория подобия и размерностей. Адекватность математических моделей и погрешность вычислений. Основы теории подобия. Методы анализа размерности. Общая схема процесса моделирования. Формулирование задачи, определение целей и критериев. Определение объекта моделирования. Составление содержательного описания объекта моделирования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Составление формального описания. Преобразование формального описания в математическую модель. Испытание математической модели. Верификация, проверка адекватности, калибровка математической модели. Упрощение модели. Моделирование и вычислительный эксперимент.

4. Особенности моделирования рабочего процесса ДВС. Системный подход при моделировании процессов ДВС. Техничко-экономическое обоснование конструкции двигателя. Тактность двигателя. Число цилиндров. Размеры цилиндра. Скорость поршня. Степень сжатия. Коэффициент избытка воздуха. Описание конструкции двигателя. Исходные данные. Выбор конструктивных соотношений элементов впускного и выпускного клапанов.

5. Математическая модель рабочих процессов ДВС (наполнение, сжатие). Расчет рабочих процессов наполнения и сжатия бензинового и дизельного двигателя.

6. Математическая модель рабочих процессов ДВС (сгорание, расширение). Расчет рабочих процессов сгорания и расширения бензинового и дизельного двигателя.

7. Математическая модель рабочих процессов ДВС (газообмен). Методика расчета процесса газообмена ДВС.

8. Моделирование кинематики и динамики КШМ. Перемещение, скорость и ускорение поршня. Силы и моменты на кривошипах и в сечениях между ними. Нагрузки, действующие на шатунные шейки и подшипники коленчатого вала. Векторные диаграммы нагрузок, действующих на шатунные и коренные шейки и подшипники коленчатого вала.

9. Моделирование системы топливоподачи ДВС. Методы расчета процесса топливоподачи в дизельных ДВС. Основные положения упрощенного расчета. Основные положения уточненного расчета. Математическая модель системы топливоподачи дизельного двигателя.

10. Моделирование рабочих процессов систем наддува с центробежными компрессорами. Расчет центробежного компрессора и центростремительной турбины турбокомпрессора.

11. Моделирование рабочих процессов систем наддува с волновыми обменниками давления. Предварительный выбор параметров ВОД. Метод упрощенного расчета рабочего цикла ВОД. Математическая модель газодинамического цикла ВОД. Специальный метод численного моделирования негладких потоков.

12. Моделирование рабочих процессов эжекционных систем наддува непрерывного и импульсного действия. Опытная система утилизации для энергоустановок промышленного транспорта. Обзор методов расчета эжекторов. Методика определения оптимальных параметров эжектора

13. Моделирование рабочих процессов парозежекционных систем наддува. Выбор параметров теплообменника в утилизационном контуре ПЭСН двигателя установки промышленного транспорта. Расчет сепаратора парозежекционной системы наддува. Методика определения режимов совместной работы двигателя установки промышленного транспорта и ПЭСН.

14. Моделирование рабочих процессов систем наддува с каскадным обменником давления (КОТ). Устройство и принцип действия компрессора каскадно-теплового сжатия. Опытная система утилизации с компрессором КТС. Методика упрощенного расчета термодинамического цикла каскадно-теплового сжатия. Уточненная математическая модель рабочего цикла компрессора КТС. К вопросу определения КПД агрегатов КТС.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Цель и задачи дисциплины. История развития дисциплины. Объекты и процессы моделирования.	2	1
2	Обзор методов моделирования объектов и процессов ДВС. Сведения по математическому анализу функций.	2	
3	Теория подобия и размерностей. Адекватность математических моделей и погрешность вычислений.	2	1
4	Особенности моделирования рабочего процесса ДВС. Системный подход при моделировании процессов ДВС	2	1
5	Математическая модель рабочих процессов ДВС (наполнение, сжатие)	2	
6	Математическая модель рабочих процессов ДВС (сгорание, расширение)	3	
7	Математическая модель рабочих процессов ДВС (газообмен)	4	1
Итого за семестр		17	4
8	Моделирование кинематики и динамики КШМ	2	1
9	Моделирование системы топливоподачи ДВС.	2	
10	Моделирование рабочих процессов систем	2	1

	наддува с центробежными компрессорами.		
11	Моделирование рабочих процессов систем наддува с волновыми обменниками давления.	2	
12	Моделирование рабочих процессов эжекционных систем наддува непрерывного и импульсного действия.	2	1
13	Моделирование рабочих процессов парозежекционных систем наддува.	3	
14	Моделирование рабочих процессов систем наддува с каскадным обменником давления (КОТ).	4	1
Итого за семестр		17	4
Итого за 5 и 6 семестры		34	8

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Элементы индикаторной диаграммы поршневых тепловых двигателей.	2	1
2	Рабочий процесс идеального теплового двигателя	2	
3	Рабочий процесс термодинамического цикла двигателя	2	1
4	Индикаторная диаграмма теоретического цикла бензинового ДВС	2	
5	Индикаторная диаграмма теоретического цикла дизельного двигателя	2	1
6	Составление алгоритма, блок схем расчета процессов наполнения, сжатия, сгорания, расширения, газообмена.	5	
7	Реализация на ЭВМ программы расчета процесса наполнения.	2	1
Итого за семестр:		17	4
1	Реализация на ЭВМ программы расчета процесса сжатия	1	1
2	Реализация на ЭВМ программы расчета процесса сгорания, расширения	2	
3	Реализация на ЭВМ программы расчета процессов газообмена.	2	1
4	Составление алгоритма, блок схемы расчета процессов топливоподачи, газотурбинного наддува	4	
5	Реализация на ЭВМ программы расчета процесса топливоподачи	4	1
6	Реализация на ЭВМ программы расчета турбокомпрессора	4	1
Итого за семестр:		17	4
Итого:		34	8

4.5. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Объекты и процессы моделирования	подготовка к практическим работам	3	7
2	Обзор методов моделирования объектов и процессов ДВС. Сведения по математическому анализу функций.	подготовка к практическим работам	4	7
3	Теория подобия и размерностей. Адекватность математических моделей и погрешность вычислений.	подготовка к практическим работам	4	7
4	Особенности моделирования рабочего процесса ДВС. Системный подход при моделировании процессов ДВС	подготовка к практическим работам	4	7
5	Математическая модель рабочих процессов ДВС (наполнение, сжатие)	подготовка к практическим работам	4	7
6	Математическая модель рабочих процессов ДВС (сгорание, расширение)	подготовка к практическим работам	4	7
7	Элементы индикаторной диаграммы поршневых тепловых двигателей.	подготовка к практическим работам	4	5
8	Рабочий процесс идеального теплового двигателя	подготовка к практическим работам	4	5
9	Рабочий процесс термодинамического цикла двигателя	подготовка к практическим работам	4	5
10	Индикаторная диаграмма теоретического цикла бензинового ДВС	подготовка к практическим работам	3	7
	Итого за 5/6 семестр		38	64
11	Моделирование рабочих процессов систем наддува с волновыми обменниками давления.	подготовка к практическим работам	7	14
12	Рабочий процесс идеального теплового двигателя	Индивидуальное задание	6	15
13	Моделирование рабочих процессов парожжекционных систем наддува.	подготовка к практическим работам	18	18
14	Моделирование рабочих процессов систем наддува с каскадным обменником давления (КОТ).	подготовка к практическим работам	7	17

	Итого за 6/7 семестр		38	64
	Итого за 5 и 6 семестр:		76	128

4.7. Курсовые работы/проекты. нет.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Моделирование процессов в поршневых двигателях [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Данилейченко [и др.]. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 131 с. - Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/d/rIsKhJFs5WEJUg>
2. Тырловой С. И. Учебное пособие "Моделирование процессов топливоподачи современных дизелей" для студентов направления подготовки 13.04.03 - «Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / С. И. Тырловой. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 124 с.
3. Тырловой С. И. Теория поршневых двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. И. Тырловой. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 91 с.
4. Кожин Д. В. Физико-химические основы математического моделирования процесса образования и выгорания сажи в дизельных ДВС: монография / Д. В. Кожин. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. - 175 с. - ISBN 978-5-8158-1517-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894624>
5. Двигатели внутреннего сгорания. Вып. 51 [Текст]: респ. межвед. науч.-техн. сборник / [редкол.: А. Ф. Шеховцов (отв. ред.) и др.]. - Харьков: Выща школа, Изд-во при Харьк. ун-те, 1990. - 117 с. - 1 р. 40 к.
6. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум [Текст]: учебник / [В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, А. Ю. Труш и др.]; под ред. В. Н. Луканина. - Москва: Высшая школа, 1995. - 256 с. - ISBN 5-06-003298-1. - ISBN 5-06-003297-3 (в пер.): 14 грн. 33 к.

б) дополнительная литература:

7. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы : учебник / Р. З. Кавтарадзе. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. - 592 с. - ISBN 978-5-7038-4117-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1960951> (дата обращения: 26.01.2024).
8. Расчет деталей, механизмов и систем двигателей внутреннего сгорания математическими методами с применением программы Mathcad : учебное пособие / Ю. П. Макушев, Т. А. Полякова, В. В. Рындин, Т. Т. Токтаганов ; под. ред. Ю. П. Макушева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-9729-

- 0987-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902590> (дата обращения: 26.01.2024).
9. Куценко А. С. Моделирование рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания на ЭВМ [Текст] / А. С. Куценко. - К.: Наукова думка, 1988. - 104 с. - ISBN 5-12-009371-X: 1 р.
 10. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум [Текст] : учебник / [В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, А. Ю. Труш и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. - Москва : Высшая школа, 1995. - 256 с. - ISBN 5-06-003298-1. - ISBN 5-06-003297-3 (в пер.) : 14 грн. 33 к
 11. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов [Текст] : учебник / [В. Н. Луканин, К. А. Морозов, А. С. Хачиян и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. - Москва : Высшая школа, 1995. - 368 с. - ISBN 5-06-003298-1. - ISBN 5-06-003295-7 (в пер.) : 14 грн. 34 к.
 12. Клещин, Э. В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания/КлещинЭ.В., ГилетаВ.П. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 256 с.: ISBN 978-5-7782-1335-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549067> (дата обращения: 26.01.2024).
 13. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей [Текст] : учебник / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1983. - 375 с. - 1 р. 70 к.
 14. Шароглазов Б.А., Фарафонов М.Ф., Клементьев В.В. ДВС: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 344 с. - Режим доступа: https://www.studmed.ru/sharoglazov-ba-farafonov-mf-klementev-vv-dvs-teoriya-modelirovanie-i-raschet-rabochih-processov_666b4314774.html
 15. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: учебник / А. Н. Арбеков, А. Ю. Вараксин, В. Л. Иванов [и др.] ; под общ. ред. А. Ю. Вараксина. - 4-е изд., испр. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2017. - 680 с. - ISBN 978-5-7038-4755-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1963334>
 16. Чайнов, Н. Д. Конструирование и расчет поршневых двигателей : учебник / Н. Д. Чайнов, А. Н. Краснокутский, Л. Л. Мягков ; под ред. Н. Д. Чайнова. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. - 536 с. - ISBN 978-5-7038-4854-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1964153> (дата обращения: 27.01.2024).
 17. Карташевич, А. Н. Карташевнч, А. Н. Теория автомобилей и двигателей : учеб. пособие / А. Н. Карташсвич, Г. М. Кухарснок, Л. Л. Рудашко. - Минск : РИПО, 2018. - 307 с. - ISBN 978-985-503-828. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020272> (дата обращения: 27.01.2024).
 18. Э.С. Скворцов, Э.А. Чернов Основы расчета и проектирования ДВС с помощью ЭВМ - М.: МАДИ, 1980.-120 с.

в) методические указания:

12. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы математического моделирования процессов в ДВС» (для студентов направления подготовки 13.03.03. «Энергетическое машиностроение» специальности Двигатели внутреннего сгорания) [Электронный ресурс]/Сост.: А.А.Данилейченко. - Луганск, Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2017.- 45 с. - Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/d/rIsKhJFs5WEJUg>
13. Методические указания к практическим занятиям и курсовой работе по дисциплине «Газовая динамика и агрегаты наддува» / Сост.: Ю.В.Сторчеус. - Луганск, ВУГУ, 2000. - 27 с.
14. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Основы математического моделирования процессов в ДВС» (для студентов направления подготовки 13.03.03.«Энергетическое машиностроение» специальности Двигатели внутреннего сгорания) [Электронный ресурс]/ Сост.: Данилейченко А.А Луганск: ЛНУ им.В.Даля, 2017. - с.33 - Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/d/rIsKhJFs5WEJUg>
15. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Методы моделирования объектов и процессов в ДВС» (для студентов специальности 13.03.03) [Электронный ресурс] / Сост.: Данилейченко А.А Луганск: ЛНУ им.В.Даля, 2019. - с.71- Режим доступа: <https://disk.yandex.ru/d/rIsKhJFs5WEJUg>

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
Электронные библиотечные системы и ресурсы
Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
Информационный ресурс библиотеки образовательной организации
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в академических аудиториях.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: проводятся с использованием раздаточного материала, наглядных пособий, демонстрационных плакатов. Прочее: комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический	GIMP (GNU Image	http://www.gimp.org/

редактор	Manipulation Program)	http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Основы математического моделирования процессов в ДВС»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Базовый	знать: методы математического моделирования процессов в поршневых двигателях и области использования их при исследовании и анализе процессов в двигателях; методы оценки адекватности моделей, численные методы, используемые при проведении технических расчетов; методы использования математических моделей различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов, для разработки экономичных и малотоксичных двигателей
Основной		Повышенный	уметь: использовать современные информационные технологии для моделирования и оптимизации процессов в двигателях с учетом их конструктивных особенностей; проектировать двигатели с заданными параметрами и характеристиками с использованием расчетных методов
Заключительный		Высокий	владеть навыками: составления программ расчета процессов в поршневых двигателях

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ОПК-2	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерны	ОПК-2.1. Демонстрирует знание методик разработки	Тема 5 Математическая модель рабочих процессов ДВС (наполнение, сжатие) Тема 6 Математическая модель рабочих процессов ДВС	5/6

		е программ, пригодные для практического применения	алгоритмов и компьютерных программ для практического применения.	(сгорание, расширение)	
				Тема 7 Математическая модель рабочих процессов ДВС (газообмен)	
				Тема 8 Моделирование кинематики и динамики КШМ	
				Тема 10 Моделирование рабочих процессов систем наддува с центробежными компрессорами	
				Тема 11 Моделирование рабочих процессов систем наддува с волновыми обменниками давления	6/7
				Тема 12 Моделирование рабочих процессов эжекционных систем наддува непрерывного и импульсного действия	
				Тема 13 Моделирование рабочих процессов пароежекционных систем наддува	
				Тема 14 Моделирование рабочих процессов систем наддува с каскадным обменником давления	

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-2	ОПК-2.1. Демонстрирует знание методик разработки алгоритмов и компьютерных программ для практического применения.	знать: методы математического моделирования процессов в поршневых двигателях и области использования их при исследовании и анализе процессов в двигателях; методы оценки адекватности моделей, численные методы, используемые при проведении технических расчетов; методы использования математических моделей различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов, для разработки экономичных и малотоксичных двигателей; уметь: использовать современные информационные технологии для моделирования и оптимизации процессов в двигателях с учетом	Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14	практическая работа, индивидуальное задание, тест

			их конструктивных особенностей; проектировать двигатели с заданными параметрами и характеристиками с использованием расчетных методов; владеть навыками: составления программ расчета процессов в поршневых двигателях		
--	--	--	--	--	--

Оценочные средства по дисциплине

«Основы математического моделирования процессов в ДВС»

Вопросы практических работ (базовый уровень):

5 семестр

- 1 Элементы индикаторной диаграммы поршневых тепловых двигателей.
- 2 Рабочий процесс идеального теплового двигателя
- 3 Рабочий процесс термодинамического цикла двигателя
- 4 Индикаторная диаграмма теоретического цикла бензинового ДВС
- 5 Индикаторная диаграмма теоретического цикла дизельного двигателя
- 6 Составление алгоритма, блок схем расчета процессов наполнения, сжатия, сгорания, расширения, газообмена.
- 7 Реализация на ЭВМ программы расчета процесса наполнения.

6 семестр

- 1 Реализация на ЭВМ программы расчета процесса сжатия
- 2 Реализация на ЭВМ программы расчета процесса сгорания, расширения
- 3 Реализация на ЭВМ программы расчета процессов газообмена.
- 4 Составление алгоритма, блок схемы расчета процессов топливоподачи, газотурбинного наддува
- 5 Реализация на ЭВМ программы расчета процесса топливоподачи
- 6 Реализация на ЭВМ программы расчета турбокомпрессора

Выполняется в соответствии с:

- методическими указаниями к практическим занятиям по дисциплине «Основы математического моделирования процессов в ДВС» (для студентов направления подготовки 13.03.03. «Энергетическое машиностроение» специальности Двигатели внутреннего сгорания)/Сост.: А.А.Данилейченко. - Луганск, Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2017.- 45с (5 семестр);

- методическими указаниями к лабораторным работам по дисциплине «Методы моделирования объектов и процессов в ДВС» (для студентов специальности 13.03.03)/ Сост.: Данилейченко А.А Луганск: ЛНУ им.В.Даля, 2019. - с.71 (6 семестр).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)

14	0,082	0,054	14	0,164	298	0,13										
15	0,068	0,057	11	0,195	289	0,151										
16	0,08	0,08	9	0,15	290	0,13										
17	0,082	0,076	8	0,1538	300	0,125										
18	0,092	0,08	9	0,14	289	0,115										
19	0,082	0,09	6	0,18	288	0,12										
20	0,087	0,058	5	0,16	293	0,11										
21	0,082	0,03	6	0,159	286	0,115										
22	0,072	0,076	7	0,164	297	0,14										
23	0,082	0,08	8	0,195	298	0,13										
24	0,08	0,09	9	0,198	289	0,151										
25	0,075	0,08	10	0,158	293	0,159										
26	0,07	0,08	10	0,198	293	0,15										
27	0,08	0,07	9	0,189	293	0,16										
28	0,085	0,085	9	0,19	293	0,17										
29	0,085	0,08	10	0,2	293	0,18										
30	0,075	0,085	9	0,21	293	0,15										

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание (6 семестр)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание представлено на высоком уровне (студент полностью представил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста полностью соответствует требованиям оформления технического текста
4	Задание представлено на среднем уровне (студент в целом изложил рассматриваемую проблематику, привел мало аргументов в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). Изложение и оформление текста в основном соответствует требованиям оформления технического текста
3	Задание представлено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста частично соответствует требованиям оформления технического текста
2	Задание представлено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.). Изложение и оформление текста полностью не соответствует

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
	требованиям оформлению технического текста

Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

ОПК-2. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2.1. Демонстрирует знание методик разработки алгоритмов и компьютерных программ для практического применения.
--	---

образовательной программы 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания» дисциплина «Основы математического моделирования процессов в ДВС»

ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Этап разработки математической модели «содержательное описание» включает:

- 1) описание объекта моделирования
- 2) описание внешней среды, взаимодействующей с объектом моделирования
- 3) описание алгоритма функционирования объекта моделирования
- 4) какие области знаний для описания объекта моделирования
- 5) какие законы, постулаты, понятия этих областей знаний используются

Ответ: 123

Обоснование: Объекты моделирования описываются с позиций системного подхода. Исходя из цели исследования устанавливаются совокупность элементов, взаимосвязи между элементами, возможные состояния каждого элемента, существенные характеристики состояний и отношения между ними. На этом этапе моделирования широко применяются качественные методы описания систем, знаковые и языковые модели.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Этап разработки математической модели «составление формального описания». На этом этапе объект моделирования описывается в терминах конкретной области знаний (теоретическая механика, термодинамика, механика жидкости и газа и т.д.). При этом следует получить ответы на следующие вопросы:

- 1) какие области знаний используются для описания объекта моделирования
- 2) какие законы, постулаты, понятия этих областей знаний используются
- 3) каков характер используемых законов (теоретические или экспериментальные)
- 4) какие параметры будут использованы в описании
- 5) пределы изменения параметров, критические значения, источники получения, точность; наличие связей между параметрами

Ответ: 12345

Обоснование: На основе предшествующего содержательного описания определяется исходное множество характеристик системы. Для выделения существенных характеристик необходим хотя бы приближенный анализ каждой из них. При проведении анализа опираются на постановку задачи и понимание природы исследуемой системы. После

исключения несущественных характеристик выделяют управляемые и неуправляемые параметры и производят символизацию. Затем определяется система ограничений на значения управляемых параметров. Если ограничения не носят принципиальный характер, то ими пренебрегают.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие бывают математические модели?

- 1) детерминированные и стохастические
- 2) статические и динамические
- 3) линейные и нелинейные
- 4) структурные и функциональные модели
- 5) Имитационные модели

Ответ: 12345

Обоснование: Детерминированная математическая модель - это модель, дающая результаты, однозначно соответствующие исходным данным, т.е. одному и тому же набору исходных данных будут всегда соответствовать одни и те же результаты. В стохастических моделях связь между входными и выходными данными неоднозначна и одним и тем же исходным данным соответствует набор выходных данных, описываемых некоторым законом распределения. В статических моделях структура математической модели и характер ее взаимодействия с внешней средой не зависят от времени. Практически все объекты имеют динамический характер, но в случаях, когда изменение исследуемых параметров с течением времени незначительно или когда не предусматривается их учитывать целями моделирования, то используют статическую модель. Динамические модели учитывают зависимость параметров от времени. Структурные математические модели предназначены для отображения структурных свойств объекта. Функциональные математические модели предназначены для отображения физических, химических и других процессов, протекающих в объекте при его функционировании. Имитационная модель — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

К основным этапам аналитического моделирования относятся:

- 1) постановка задачи, определение объекта моделирования.
- 2) разработка концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных актов взаимодействия.
- 3) формализация, то есть переход к математической модели; создание алгоритма и написание программы.
- 4) планирование и проведение компьютерных экспериментов.
- 5) анализ и интерпретация результатов.

Ответ: 12345

Обоснование: аналитическое моделирование – это процесс, при котором моделируемая система представляется в виде совокупности аналитических и/или логических зависимостей,

позволяющих определять необходимые характеристики путем проведения вычислений по указанным зависимостям

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие модели входят в состав идеальных математических моделей?

- 1) аналоговые, структурные, геометрические, графические, цифровые и кибернетические
- 2) аналитические, функциональные, имитационные, комбинированные.
- 3) символы, алфавит, языки программирования, упорядоченная запись, топологическая запись, сетевое представление
- 4) все перечисленные
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 2

Обоснование: в состав идеальных математических моделей входят аналитические, функциональные, имитационные, комбинированные

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Математическое моделирование, кроме исследования объекта, процесса или системы и составления их математического описания, также включает:

- 1) построение алгоритма, моделирующего поведение объекта, процесса или системы
- 2) проверку адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе вычислительного и натурного эксперимента
- 3) корректировку модели
- 4) использование модели.
- 5) все перечисленное.

Ответ: 5

Обоснование: алгоритм – последовательность расчета, адекватность – правильно ли считаем модель, корректировка – подбор коэффициентов для более полной сходимости расчетных и экспериментальных величин.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В чем заключается построение математической модели?

- 1) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста математическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат
- 2) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат
- 3) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь

между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат.

4) в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста математическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат

5) нет правильного ответа

Ответ: 3

Обоснование: построение математической модели заключается в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В каком моделировании функционирование объектов, процессов или систем описывается набором алгоритмов?

- 1) аппроксимационном
- 2) функциональном
- 3) аналитическом
- 4) нет правильного ответа
- 5) имитационном.

Ответ: 5

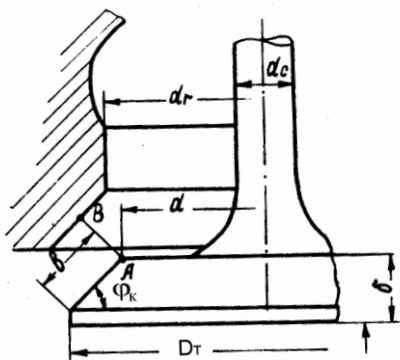
Обоснование: имитационное моделирование — это метод, позволяющий строить модели, описывающие процессы так, как они проходили бы в действительности. Такую модель можно «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества, нужен набор алгоритмов.

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Напишите алгоритм расчета площади проходного сечения впускного клапана газораспределительного механизма ДВС с диаметром цилиндра D и углом фаски клапанам Φ_k .



- 1) определяем диаметр клапана для существующих конструкций $d=(0,35-0,47)*D$.
- 2) определяем диаметр тарелки клапана для существующих конструкций $D_t=(1,05-1,15)d$.
- 3) определяем диаметр стержня клапана для существующих конструкций $d_c=(0,15-0,4)d$.
- 4) определяем диаметр горловины клапана для существующих конструкций $d_r=(1,0-1,05)d$.
- 5) далее проходное сечение клапанов определяется по трем различным формулам в зависимости от высоты подъема

клапана $h_{k_i} = \frac{h_{\max}}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{180 \cdot \phi_i}{\phi_1}\right)$, где $h_{\max}$ – максимальный подъем клапана, ϕ_i – текущий угол подъема клапана, ϕ_1 – продолжительность подъема клапана. $\phi_{1s} = (180 + \phi_d + \phi_v)/2$, где ϕ_d – угол опережения открытия впускного клапана до ВМТ.; ϕ_v – угол запаздывания закрытия впускного клапана после НМТ.

На 1 – ом участке: $f_{s_i} = \pi \cdot h_{k_i} \left(d + \frac{h_{k_i} \sin(2 \cdot \phi_k)}{2} \right) \cdot \cos \phi_k$; $h_i = \frac{b}{\cos(\phi_k)}$
 где b – ширина опорной поверхности головки клапана,

На 2 – ом участке: $f_{s_i} = \pi \frac{D_r + d}{2} \sqrt{\left(\frac{D_r - d}{2}\right)^2 + \left(h_{k_i} - \frac{D_r - d}{2} \cdot \operatorname{tg} \phi_k\right)^2}$

На 3 – ем участке: $f_{s_i} = \pi \frac{d^2 - d_c^2}{4}$; $h_k^{\max} = \sqrt{\left(\frac{d^2 - d_c^2}{2 \cdot (D_r + d)}\right)^2 - \left(\frac{D_r - d}{2}\right)^2} + \frac{D_r - d}{2} \cdot \operatorname{tg} \phi_k$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Составьте алгоритм поиска максимальной высоты подъема клапана $h_k^{\max}$ газораспределительного механизма с диаметром цилиндра D .

- 1) определяем диаметр клапана $d = (0,35-0,47) \cdot D$.
- 2) определяем диаметр тарелки клапана $D_r = (1,05-1,15)d$.
- 3) определяем диаметр стержня клапана $d_c = (0,15-0,4)d$.
- 4) задаемся углом фаски клапана Φ_k .

5) определяем максимальную высоту подъема клапана $h_k^{\max} = \sqrt{\left(\frac{d^2 - d_c^2}{2 \cdot (D_r + d)}\right)^2 - \left(\frac{D_r - d}{2}\right)^2} + \frac{D_r - d}{2} \cdot \operatorname{tg} \phi_k$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Напишите алгоритм расчета процесса сжатия со степенью сжатия $\varepsilon = 8$, температурой заряда в конце процесса наполнения $T_a = 343,76\text{K}$

1) Задаемся средним показателем адиабаты сжатия, $k_c = 1,367$, определяем температуру конца сжатия: $T_c = T_a \cdot \varepsilon^{k_c - 1} = 343,76 \cdot 8^{1,367 - 1} = 737,38\text{K}$

2) Определяем среднюю молярную теплоемкость заряда цилиндра:

$mC_{vm} = 20,35 + 0,00209(T_a + T_c)$, $mC_{vm} = 20,35 + 0,00209 \cdot (343,76 + 737,38) = 22,61\text{ Дж/кмольК}$

3) Вычисляем средний показатель адиабаты сжатия:

$k'_c = 1 + \frac{8,314}{mC_{vm}} = 1 + 8,314/22,610 = 1,3677$, если $k_c - k'_c = |1,367 - 1,3677| \leq 0,0007$, то

окончательно принимаем показатель адиабаты сжатия: $k_c = 1,3677$

4) Показатель политропы сжатия определим из формулы: $n_c = k_c - 0,02 = 1,3677 - 0,02 = 1,3477$

5) Окончательно температура и давление заряда в конце сжатия определяются по следующим выражениям: $T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_c - 1} = 343,76 \cdot 8^{1,3477 - 1} = 708,37 \text{ К}$ и $P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_c} = 0,089931 \cdot 8^{1,3477} = 1,482531 \text{ МПа}$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Формализация операций в моделировании сводится в общих чертах к следующему:

- 1) на основе содержательного описания определяется исходное множество характеристик системы.
- 2) для выделения существенных характеристик необходим хотя бы приближенный анализ каждой из характеристик.
- 3) после исключения несущественных характеристик выделяются управляемые и неуправляемые параметры и производится символизация.
- 4) после символизации определяется система ограничений на значения управляемых параметров
- 5) окончательные действия связаны с формированием целевой функции модели. В соответствии с известными положениями выбираются показатели исхода операции и определяется примерный вид функции полезности на исходах.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Выберите соответствующие определения каждому виду математической модели.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	детерминированная математическая модель	1	связь между входными и выходными данными неоднозначна и одним и тем же исходным данным соответствует набор выходных данных, описываемых некоторым законом распределения.
Б	в стохастических моделях	2	это модель, дающая результаты, однозначно соответствующие исходным данным, т.е. одному и тому же набору исходных данных будут всегда соответствовать одни и те же результаты.
В	функциональные математические модели	3	модели, в которых структура математической модели и характер ее взаимодействия с внешней средой не зависят от времени.
Г	имитационная модель	4	предназначены для отображения физических, химических и других процессов, протекающих в объекте при его функционировании.
		5	логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Подберите правильные определения

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	модель	1	метод научного познания и инженерно-технических исследований, при использовании которого исследуемый объект заменяется его моделью
Б	моделирование	2	это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения, моделирования) замещает объект-оригинал, сохраняя важные для данного исследования свойства объекта
В	математическое моделирование	3	это совокупность математических объектов (чисел, переменных, векторов и т.д.) и отношений между ними, которая адекватно отображает определенные свойства объекта моделирования
Г	математическая модель	4	это модель, дающая результаты, однозначно соответствующие исходным данным, т.е. одному и тому же набору исходных данных будут всегда соответствовать одни и те же результаты
		5	это процесс создания модели и оперирование ею с целью получения сведений об объекте моделирования

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Сущность построения математической модели состоит в том, что реальная система упрощается, схематизируется и описывается с помощью того или иного математического аппарата. Можно выделить следующие основные этапы построения моделей. Установите соответствие определений.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	оптимизация модели	1	уточняются существенные параметры, ограничения на значения управляемых параметров, показатели исхода операции, связи показателей исхода операции с существенными параметрами, критерий эффективности. После внесения изменений в модель вновь выполняется оценка адекватности.
Б	адекватности модели	2	состоит в их упрощении при заданном уровне адекватности. Основными показателями выступают время и затраты средств для проведения исследований на ней. В основе лежит возможность преобразования моделей из одной формы в другую. Преобразование может выполняться либо с использованием математических методов, либо эвристическим путем.
В	формализация модели	3	это замена реального объекта его формальным описанием, т. е. его информационной моделью.
Г	корректировка модели	4	совпадение свойств (функций/параметров/характеристик и т. п.) модели и соответствующих свойств моделируемого объекта. Проверка может производиться путем сравнения показателей, полученных на модели, с реальными, а также путем экспертного анализа.

		5	объекты моделирования описываются с позиций системного подхода. Исходя из цели исследования устанавливаются совокупность элементов, взаимосвязи между элементами, возможные состояния каждого элемента, существенные характеристики состояний и отношения между ними.
--	--	---	---

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	4	3	1

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что такое комбинированное (аналитико-имитационное) моделирование?

Ответ (решение): Комбинированное (аналитико-имитационное) моделирование позволяет объединить достоинства аналитического и имитационного моделирования. При построении комбинированных моделей производится предварительная декомпозиция процесса Функционирования объекта на составляющие подпроцессы, и для тех из них, где это возможно, используются аналитические модели, а для остальных подпроцессов строятся имитационные модели. Такой подход дает возможность охватить качественно новые классы систем, которые не могут быть исследованы с использованием аналитического или имитационного моделирования в отдельности.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Как Вы понимаете информационное (кибернетическое) моделирование?

Ответ (решение): Информационное (кибернетическое) моделирование связано с исследованием моделей, в которых отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в моделях, реальным процессам. В этом случае стремятся отобразить лишь некоторую функцию, рассматривают реальный объект как «черный ящик», имеющий ряд входов и выходов, и моделируют некоторые связи между выходами и входами.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что представляет собой аналитическая форма записи математической модели?

Ответ (решение): Аналитическая форма — запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели. Обычно модели в аналитической форме представляют собой явные выражения выходных параметров как функций входов и переменных состояния.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что представляет собой инвариантная форма записи математической модели?

Ответ (решение): Инвариантная форма — запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели. В этом случае модель может быть представлена как совокупность входов, выходов, переменных состояния и глобальных уравнений системы.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что представляет собой алгоритмическая форма записи математической модели?

Ответ (решение): Алгоритмическая форма — запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма. Среди алгоритмических моделей важный класс составляют имитационные модели, предназначенные для имитации физических или информационных процессов при различных внешних воздействиях. Собственно имитацию названных процессов называют имитационным моделированием.

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	123	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	2	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	12345, 13245, 13425, 12435, 14325, 14235	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	12345, 13245, 13425, 12435, 14325, 14235	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A2B4B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16.	Комбинированное (аналитико-имитационное) моделирование позволяет объединить достоинства аналитического и имитационного моделирования. При построении комбинированных моделей производится предварительная декомпозиция процесса функционирования объекта на составляющие подпроцессы, и для тех из них, где это возможно, используются аналитические модели, а для остальных подпроцессов строятся имитационные модели. Такой подход дает возможность охватить качественно новые классы систем, которые не могут быть исследованы с использованием аналитического или имитационного моделирования в отдельности.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
17.	Информационное (кибернетическое)	Полный правильный ответ на задание

	моделирование связано с исследованием моделей, в которых отсутствует непосредственное подобие физических процессов, происходящих в моделях, реальным процессам. В этом случае стремятся отобразить лишь некоторую функцию, рассматривают реальный объект как «черный ящик», имеющий ряд входов и выходов, и моделируют некоторые связи между выходами и входами.	оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
18.	Аналитическая форма — запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели. Обычно модели в аналитической форме представляют собой явные выражения выходных параметров как функций входов и переменных состояния.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
19.	Инвариантная форма — запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели. В этом случае модель может быть представлена как совокупность входов, выходов, переменных состояния и глобальных уравнений системы.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
20.	Алгоритмическая форма — запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма. Среди алгоритмических моделей важный класс составляют имитационные модели, предназначенные для имитации физических или информационных процессов при различных внешних воздействиях. Собственно имитацию названных процессов называют имитационным моделированием.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

ВАРИАНТ 2

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

К основным этапам разработки математической модели относятся:

- 1) определение целей и задач моделирования; определение объекта моделирования;
- 2) составление содержательного описания объекта моделирования; разработка концептуальной модели;
- 3) составление формального описания объекта моделирования; преобразование формального описания в математическую модель;
- 4) алгоритмизация и программная реализация модели на ЭВМ;
- 5) отладка и эксплуатация модели

Ответ: 12345
Обоснование:

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие включает операции этап разработки математической модели «составление содержательного описания»?

- 1) неформальное обсуждение физической картины изучаемого явления
- 2) выдвижение гипотез, моделей
- 3) прикидка влияния различных факторов
- 4) выбор законов, гипотез, полагаемых в основу модели
- 5) параметры, используемые для описания явлений данного класса

Ответ: 12345
Обоснование:

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие бывают формы представления математических моделей?

- 1) Инвариантная
- 2) Алгоритмическая
- 3) Аналитическая
- 4) Графическая
- 5) нет правильных ответов

Ответ: 1234

Обоснование: Инвариантная форма — запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели. Аналитическая форма — запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели. Аналитическая форма — запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели. Графическая форма – в виде схем , графиков

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

По способу представления абстрактные моделей различают:

- 1) образные (иконические) модели, отображающие свойства оригинала с помощью наглядных чувственных образов (например: рисунки, макеты)
- 2) знаковые (символьные) модели, отображающие свойства оригинала с помощью условных знаков или символов. К таким моделям относятся математические выражения, физические, химические формулы
- 3) образно-знаковые модели, включающие элементы моделей предыдущих видов. К ним относятся схемы, графики, чертежи
- 4) модели представляются в виде символов и функционируют по законам логики в сознании человека
- 5) ни одна из перечисленных моделей не является абстрактной

Ответ: 1234

Обоснование: Абстрактная модель — это модель, отражающая лишь самые общие характеристики моделируемого явления. Чаще всего абстрактная модель даёт лишь качественные характеристики моделируемого объекта или явления

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Роль моделирования в процессе познавательной и практической деятельности инженера заключается в:

- 1) предсказывании поведения объекта
- 2) предсказывании количественных характеристик объекта
- 3) исследовании технических систем путем изучения их моделей
- 4) исследовании технических систем путем построения их моделей
- 5) все вышеперечисленное

Ответ: 5

Обоснование: Роль моделирования в процессе познавательной и практической деятельности инженера заключается в предсказывании поведения объекта, количественных характеристик объекта, исследовании технических систем путем изучения и построения их моделей

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На какой язык должна быть "переведена" прикладная задача для ее решения с использованием ЭВМ?

- 1) неформальный математический язык
- 2) формальный математический язык.
- 3) формальный физический язык
- 4) неформальный физический язык
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 2

Обоснование: для решения задач на ЭВМ нужны формулы, то есть математический язык

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что такое линейное программирование?

- 1) раздел математического программирования, изучающий подход к решению нелинейных задач оптимизации специальной структуры
- 2) метод оптимизации, приспособленный, к задачам, в которых процесс принятия решения, может быть, разбит на отдельные этапы (шаги)
- 3) это направление математического программирования, изучающее методы решения экстремальных задач, которые характеризуются линейной зависимостью между переменными и линейным критерием.
- 4) это направление математического программирования, в котором целевой функцией или ограничением является нелинейная функция
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 3

Обоснование: линейное программирование – математическое программирование с линейной зависимостью между переменными и линейным критерием.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая из задач **НЕ** имеет аналитической модели?

- 1) поиск среднего проходного сечения клапана
- 2) расчет процесса сгорания
- 3) расчет расхода топлива по заданной формуле
- 4) все ответы правильные.
- 5) распознавание текста

Ответ: 5

Обоснование: аналитическое моделирование – это процесс, при котором моделируемая система представляется в виде совокупности аналитических и/или логических зависимостей, позволяющих определять необходимые характеристики путем проведения вычислений по указанным зависимостям

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Каким образом должен выглядеть алгоритм определения составляющих теплового баланса дизельного двигателя 8Ч13/14 на режиме с расходом топлива $G_T = 71,9 \text{ кг/ч}$, мощностью $N_e = 302 \text{ кВт}$, число оборотов коленчатого вала двигателя $n = 2300 \text{ мин}^{-1}$, количеством продуктов сгорания $M_2 = 0,799 \text{ кмоль/кг}$, количеством свежего заряда $M_1 = 0,767 \text{ кмоль/кг}$, температурой остаточных газов $T_r = 760 \text{ К}$, температурой воздуха на впуске $T_s = 343 \text{ К}$?

- 1) Теплота, унесенная с отработавшими газами:

$$Q_r = \frac{G_T}{3,6} [M_2 \cdot (mc_{pmr}) \cdot (T_r - 273) - M_1 (mc_{pms}) \cdot (T_s - 273)] =$$
$$= \frac{71,9}{3,6} [0,799 \cdot 31,662 \cdot (760 - 273) - 0,767 \cdot 29,142 \cdot (343 - 273)] = 214800 \text{ Дж/с},$$

где $mc_{pmr} = mc_{vmr} + 8,315 = 23,347 + 8,315 = 23,347 + 8,315 = 31,662 \text{ кДж/(кмоль} \cdot \text{град)}$.

- 2) Теплота, передаваемая охлаждающей среде,

$$Q_B = c \cdot i \cdot D^{1+2m} \cdot n^m / \alpha = 0,53 \cdot 8 \cdot 13^{1+2 \cdot 0,7} \cdot 2300^{0,7} / 1,55 \text{ Дж/сек},$$

где c – коэффициент пропорциональности, для четырехтактных двигателей $c = 0,45/0,53$;

i – число цилиндров; D – диаметр цилиндра, см;

m – показатель степени, для четырехтактных $m = 0,6 - 0,7$;

n – число оборотов коленчатого вала двигателя, мин^{-1} .

- 3) Теплота, эквивалентная эффективной работе (за 1 с):

$$Q_e = 1000 \cdot N_e = 1000 \cdot 302 = 302000 \text{ Дж/с}.$$

- 4) Общее количество теплоты, введенной в двигатель с топливом:

$$Q_O = \frac{Q_H \cdot G_T}{3,6} = \frac{42440 \cdot 71,9}{3,6} = 846200 \text{ Дж/с}.$$

- 5) Остаточное количество теплоты

$$Q_{\text{ост}} = Q_O - (Q_e + Q_B + Q_r) = 846\,200 - (302\,000 + 290\,800 + 214\,800) = 38\,600 \text{ Дж/с}.$$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

4	3	2	1	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Необходимо построить развернутую индикаторную диаграмму двигателя, представляющую собой зависимость давления в цилиндре P от угла поворота кривошипа φ . Заданы давление в конце наполнения P_a и давление остаточных газов P_r . Установите последовательность построения зависимости $P_i=f(\varphi)$.

1) Перед началом вычисления текущих давлений газа в цилиндре двигателя P_i необходимо определить следующие промежуточные величины: безразмерное перемещение поршня $\sigma_i = 1 - \cos \varphi_i + \frac{\lambda}{4}(1 - \cos(2\varphi_i))$; текущее перемещение поршня $S_i = \sigma_i \cdot \frac{S}{2}$; – площадь поршня

$F_{pi} = \frac{\pi D^2}{4}$; рабочий объем цилиндра $V_h = F_{pi} \cdot S$; текущая часть рабочего объема цилиндра под поршнем при соответствующем угле поворота коленчатого вала $V_{\varphi i} = F_{pi} \cdot S_i$; объем камеры сжатия $V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1}$; текущий объем надпоршневого пространства при повороте кривошипа на угол φ $V_i = V_c + V_{\varphi i}$; полный объем цилиндра $V_a = V_h + V_c$.

2) Текущее давление в цилиндре P_i на такте расширения $\varphi = 360^\circ - 540^\circ$ определяется по формулам: $P_i = P_z \cdot \left(\frac{V_z}{V_i}\right)^{n_p}$

3) Текущее давление в цилиндре P_i на тактах сжатия $\varphi = 180^\circ - 360^\circ$ определяется по формуле: $P_i = P_a \cdot \left(\frac{V_a}{V_i}\right)^{n_c}$

4) При отсутствии уточненного расчета газообмена для четырехтактных двигателей давление на такте наполнения ($\varphi = 0^\circ - 180^\circ$) приближенно можно принять постоянным и равным P_a

5) Для четырехтактных двигателей давление на такте выпуска ($\varphi = 540^\circ - 720^\circ$) приближенно можно принять постоянным и равным P_r .

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	4	3	2	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Напишите правильную последовательность алгоритма расчета процесса расширения.

1) Задаемся первым показателем политропы расширения $n_{p1} = 1,15$. Определяем температуру газов в цилиндре в точке b: $T_b = T_z / \delta^{n_{p1}-1}$; Определяем коэффициенты X_1 , Y_1 , C_1 .

$$X_1 = \mu C_{vmb} \cdot T_b; \quad Y_1 = \frac{8,314 T_z}{n_p - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_{p1}-1}} \right); \quad C_1 = X_1 + Y_1$$

2) Определяем уточненный показатель политропы $n_p^y = \frac{(C - C_1)(n_{p1} - n_{p2})}{C_1 - C_2} + n_{p1}$

3) Определяем постоянную величину ($C = \text{const}$): $C = \frac{Q_u(1 - \xi_z - W_e)}{\beta(1 + \gamma) \left(\alpha M_0 + \frac{1}{\mu_m} \right)} + \mu C_{vm}^z \cdot T_z$,

где $\mu C_{pmz} = 28,764 + 1,88/\alpha + (2,135 + 0,092/\alpha)10^{-3} T_z$

$W_e = 0,08...0,15$ - коэффициент отвода тепла в стенки цилиндра

4) Задаемся вторым показателем политропы расширения $n_{p2} = 1,30$ и повторяем расчет коэффициентов X_2 , Y_2 , C_2 .

$$X_2 = \mu C_{vmb} \cdot T_b ; \quad Y_2 = \frac{8,314 T_z}{n_p - 1} \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_p - 1}} \right) ; \quad C_2 = X_2 + Y_2$$

Определяем температуру газов в цилиндре в точке b: $T_b = T_z / \delta^{n_p - 1}$

5) Окончательно определяем действительную температуру и давление в конце расширения в точке b: $T_b = T_z / \delta^{n_p - 1}$; $P_b = P_z / \delta^{n_p}$

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	4	3	2	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

В общем случае для решения задачи с использованием метода конечных элементов необходимо выполнить следующие процедуры:

- 1) выбрать тип элемента, который будет использоваться для дискретизации исследуемой области;
- 2) выбрать вид полинома, который будет использоваться для описания функции внутри элемента; получить функцию формы элемента;
- 3) алгебраизировать дифференциальное уравнение путем минимизации соответствующего функционала;
- 4) построить систему алгебраических уравнений для всей области;
- 5) решить систему уравнений, в результате чего получим значения искомой функции в узлах элементов;

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия

повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Формы представления математических моделей следующие:

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Инвариантная форма	1	запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма.
Б	Алгоритмическая форма	2	запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения задачи
В	Аналитическая форма	3	запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме текста.
Г	Графическая (схемная) форма	4	запись модели в виде результатов аналитического решения исходных уравнений модели. В аналитической форме модель представляет собой явные выражения выходных параметров как функции внутренних и внешних параметров.
		5	форма представления модели на некотором графическом языке. Примерами таких моделей могут быть схемы,

			диаграммы, графики и т.д.
--	--	--	---------------------------

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Топологические математические модели	1	отражают геометрические свойства элементов и объектов моделирования, а также информацию о взаимном расположении элементов. Реализуются эти модели в виде уравнений линий и поверхностей, алгебраических и логических соотношений, графами, списками, отображающими сложные конструкции из типовых конструктивных элементов.
Б	Геометрические модели	2	отражают состав (элементы) и связи объекта, реализуются в виде графов, таблиц, матриц, списков, схем и т.д.
В	Функциональные математические модели	3	представляют собой явные выражения выходных параметров как функций входных и внутренних параметров объекта моделирования. Такие модели имеют вид $y=f(x, u)$, где $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ - вектор выходных параметров, $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - вектор входных параметров, а $u=(u_1, u_2, \dots, u_n)$ - вектор внутренних параметров.
Г	Аналитические математические модели	4	реализуют связи между указанными выше параметрами в п.3 в виде алгоритма.
		5	предназначены для отображения физических, химических и других процессов, протекающих в объекте при его функционировании. Обычно функциональные математические модели представляют собой системы уравнений, связывающие между собой входные, внутренние и выходные параметры математической модели.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие переменных в математическом моделировании.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	переменные математической модели	1	величины, характеризующие состояние объекта моделирования в процессе моделирования.
Б	входные переменные математической модели	2	величины, подлежащие изменению и определению в процессе моделирования.
В	выходные переменные математической модели	3	величины, подлежащие определению при решении с использованием математической модели задачи проектирования.
Г	переменные состояния объекта моделирования	4	величины, целенаправленно изменяемые в соответствии с моделирующим алгоритмом при решении с использованием математической модели задачи проектирования.
		5	величины, характеризующие некоторые свойства объекта моделирования или его функционирование.

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	4	3	1

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Чем определяется универсальность математической модели?

Ответ (решение): Универсальность математической модели определяется числом и составом учитываемых в модели параметров. Введение новых параметров расширяет применимость модели, так как увеличивается количество получаемой информации. Хотя выбор совокупности параметров в некоторой степени произволен, для большинства объектов моделирования технической системы, число и перечень учитываемых свойств и соответствующих им параметров определены и типизированы.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Чем определяется экономичность математической модели?

Ответ (решение): Экономичность математической модели определяется ресурсами ЭВМ, требуемыми для ее реализации. Под ресурсами, в первую очередь, понимают необходимую для реализации математической модели на ЭВМ память и время счета. Эти параметры взаимосвязаны, поэтому увеличение скорости счета, как правило, реализуется за счет увеличения необходимой оперативной памяти ЭВМ и наоборот. Экономичность математической модели также определяется выбранным для реализации математической модели методом решения, алгоритмом и особенностями реализации программы на ЭВМ.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что такое математическое моделирование?

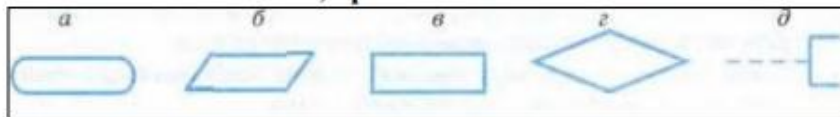
Ответ (решение): Математическое моделирование — это процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью. В принципе, для исследования характеристик любой системы математическими методами, включая и машинные, должна быть построена математическая модель. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и от задач исследования объекта, от требуемой достоверности и точности решения задачи. Любая математическая модель, как и всякая другая, описывает реальный объект с некоторой степенью приближения.

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Что означают условные обозначения, применяемые в блок-схемах



Ответ (решение):

а – начало блок-схемы, б - перечисляются величины, значения которых должны быть введены (исходные данные), в - блок обработки данных содержит описание тех действий, которые должны быть выполнены при переходе на этот блок (выполнение определённой операции или группы операций, приводящее к изменению значения, формы или размещения информации), г - проверка условия, внутри записывается условие, д - комментарии используются для добавления пояснительных записей, делающих блок-схему более понятной.

Задание с развернутым ответом

Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Какие бывают способы записи алгоритмов?

Ответ (решение): Способы описания алгоритмов отличаются по простоте и наглядности. В практике программирования наибольшее распространение получили: словесная запись алгоритмов; схемы алгоритмов (блок-схемы); структурограммы (диаграммы Насси — Шнейдермана)

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 2

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	1234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	2	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	43215	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	14325	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	14325	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
13.	A2B1B4Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
14.	A2B1B5Г3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
15.	A2B4B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
16.	Универсальность математической модели	Полный правильный ответ на задание

	определяется числом и составом учитываемых в модели параметров. Введение новых параметров расширяет применимость модели, так как увеличивается количество получаемой информации. Хотя выбор совокупности параметров в некоторой степени произволен, для большинства объект моделирования технической системы, число и перечень учитываемых свойств и соответствующих им параметров определены и типизированы.	оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
17.	Экономичность математической модели определяется ресурсами ЭВМ, требуемыми для ее реализации. Под ресурсами, в первую очередь, понимают необходимую для реализации математической модели на ЭВМ память и время счета. Эти параметры взаимосвязаны, поэтому увеличение скорости счета, как правило, реализуется за счет увеличения необходимой оперативной памяти ЭВМ и наоборот. Экономичность математической модели также определяется выбранным для реализации математической модели методом решения, алгоритмом и особенностями реализации программы на ЭВМ.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
18.	математическое моделирование — это процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью. В принципе, для исследования характеристик любой системы математическими методами, включая и машинные, должна быть построена математическая модель. Вид математической модели зависит как от природы реального объекта, так и от задач исследования объекта, от требуемой достоверности и точности решения задачи. Любая математическая модель, как и всякая другая, описывает реальный объект с некоторой степенью приближения.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
19.	а – начало блок схемы. б - перечисляются величины, значения которых должны быть введены (исходные данные). в - блок обработки данных содержит описание тех действий, которые должны быть выполнены при переходе на этот блок (выполнение определённой операции или группы операций, приводящее к изменению значения, формы или размещения информации). г - проверка условия, внутри записывается условие. д - комментарии используются для добавления пояснительных записей, делающих блок-схему более понятной.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
20.	Способы описания алгоритмов отличаются по простоте и наглядности. В практике программирования наибольшее распространение получили: словесная запись алгоритмов; схемы алгоритмов (блок-схемы); структурограммы (диаграммы Насси — Шнейдермана)	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

Тесты промежуточной аттестации (зачет) (базовый уровень):

1. Роль моделирования в процессе познавательной и практической деятельности инженера заключается в:

1. предсказывании поведения и количественных характеристик объекта;
2. исследовании технических систем путем построения и изучения их моделей;
3. содержимое пунктов 1 и 2;
4. не знаю.

2. В современных условиях **моделирование** это прикладной исследовательский и производственный аппарат инженера, инструмент, предназначенный для получения конкретных данных и характеристик проектируемых технических систем:

1. да;
2. нет;
3. возможно;
4. не знаю.

3. Под **объектом** моделирования понимается выделенная по определенным правилам часть окружающего мира с целью его изучения:

1. да;
2. нет;
3. возможно;
4. не знаю.

4. **Модель** - это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения, моделирования) замещает объект-оригинал, сохраняя важные для данного исследования свойства объекта:

1. да;
2. нет;
3. возможно;
4. не знаю.

5. **Моделирование** - метод научного познания и инженерно-технических исследований, при использовании которого исследуемый объект заменяется его моделью.

1. да;
2. нет;
3. возможно;
4. не знаю.

6. Какие бывают модели?

1. абстрактные и материальные модели;
2. физические, аналоговые и символьные модели;
3. не знаю;
4. содержимое пунктов 1 и 2.

7. Верно ли утверждение, что **абстрактные** модели представляются в виде символов и функционируют по законам логики в сознании человека?

1. да;
2. нет;
3. не знаю.

8. **Материальные** модели - это реально существующие объекты, функционирующие по законам природы.

1. нет;

2. да;
3. не знаю.

9. Может ли служить примером физической модели макет кривошипно-шатунного механизма ДВС.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.

10. В случае аналогового моделирования, процессы одной физической природы заменяются процессами другой физической природы. Основанием для такой замены является формально-идентичное математическое описание процессов разной физической природы, что позволяет установить зависимости между физическими величинами, входящими в описание этих процессов:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.

11. По способу представления абстрактные моделей различают:

1. образные (иконические) модели, отображающие свойства оригинала с помощью наглядных чувственных образов (например: рисунки, макеты);
2. знаковые (символьные) модели, отображающие свойства оригинала с помощью условных знаков или символов. К таким моделям относятся математические выражения, физические, химические формулы;
3. образно-знаковые модели, включающие элементы моделей предыдущих видов. К ним относятся схемы, графики, чертежи.
4. содержимое пунктов 1,2,3.
5. ни одна из перечисленных моделей не является абстрактной.

12. **Математическая модель** - это совокупность математических объектов (чисел, переменных, векторов и т.д.) и отношений между ними, которая адекватно отображает определенные свойства объекта моделирования:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

13. **Математическое моделирование** - это процесс создания модели и оперирование ею с целью получения сведений об объекте моделирования:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

14. Какие бывают математические модели?

1. детерминированные и стохастические;
2. статические и динамические;
3. линейные и нелинейные;
4. структурные и функциональные модели. Имитационные модели.
5. все вышеперечисленные.

15. Детерминированная математическая модель - это модель, дающая результаты, однозначно соответствующие исходным данным, т.е. одному и тому же набору исходных данных будут всегда соответствовать одни и те же результаты:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

16. В стохастических моделях связь между входными и выходными данными неоднозначна и одним и тем же исходным данным соответствует набор выходных данных, описываемых некоторым законам распределения:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

17. Все реальные объекты имеют стохастический характер, поэтому выбор детерминированной или стохастической модели определяется целями исследования.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

18. Детерминированные и стохастические модели могут быть:

1. статическими или динамическими;
2. линейными или нелинейными;
3. непрерывными или дискретными;
4. структурными или функциональными.
5. все вышеперечисленные.

19. В статических моделях структура математической модели и характер ее взаимодействия с внешней средой не зависят от времени:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

20. Учитывают ли динамические модели зависимость параметров от времени:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

21. Непрерывные математические модели содержат параметры, которые можно изменять непрерывно в заданных пределах. Параметры дискретных математических моделей меняются дискретно. Часто они принимают только два значения.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

22. Нульмерные модели не содержат пространственных координат, единственной изменяемой координатой является время. Одномерные, двумерные и трехмерные модели содержат одну, две или три координаты, соответственно:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

23. Правда ли, что **топологические** математические модели отражают состав (элементы) и связи объекта и, что **топологические** модели реализуются в виде графов, таблиц, матриц, списков, схем и т.д.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

24. **Геометрические** модели отражают геометрические свойства элементов и объектов моделирования, а также информацию о взаимном расположении элементов. Реализуются эти модели в виде уравнений линий и поверхностей, алгебраических и логических соотношений, графами, списками, отображающими сложные конструкции из типовых конструктивных элементов.

1. нет;

2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

25. Функциональные математические модели предназначены для отображения физических, химических и других процессов, протекающих в объекте при его функционировании. Обычно функциональные математические модели представляют собой системы уравнений, связывающие между собой входные, внутренние и выходные параметры математической модели.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

26. Аналитические математические модели представляют собой явные выражения выходных параметров как функций входных и внутренних параметров объекта моделирования. Такие модели имеют вид $y=f(x, u)$, где $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ - вектор выходных параметров, $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - вектор входных параметров, а $u=(u_1, u_2, \dots, u_n)$ - вектор внутренних параметров:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

27. Алгоритмические математические модели реализуют связи между входными и внутренними параметрами в виде алгоритма?

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

28. Под компонентами понимаются элементы математической модели, описывающие отдельные элементы объекта моделирования?

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

29. Под параметрами понимаются величины, характеризующие некоторые свойства объекта моделирования или его функционирование.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

30. Переменные математической модели - величины, подлежащие изменению и определению в процессе моделирования. В отличие от параметров переменные могут принимать только значения, определяемые видом функции.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

31. Какие различают переменные объекта моделирования?

1. входные, выходные переменные и переменные состояния объекта моделирования;
2. не знаю.

32. Входные переменные математической модели - величины, целенаправленно изменяемые в соответствии с моделирующим алгоритмом при решении с использованием математической модели задачи проектирования.

1. нет;
2. да;

3. не знаю.
4. возможно.

33. Выходные переменные математической модели - величины, подлежащие определению при решении с использованием математической модели задачи проектирования:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

34. Переменные состояния объекта моделирования - величины, характеризующие состояние объекта моделирования в процессе моделирования:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

35. Функциональные зависимости описывают изменение переменных и параметров в пределах компонента, между компонентами, между объектами моделирования и внешней средой.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

36. Ограничения представляют собой задаваемые пределы изменения значений переменных. Могут вводиться либо разработчиком, либо определяться объектом моделирования в силу присущих ему свойств.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

37. Под функцией понимается произвольный закон, устанавливающий соответствие между зависимой и независимой величинами.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

38. Какие бывают функции?

1. аналитические;
2. кусочно-аналитические;
3. простые обобщенные функции;
4. все вышеперечисленные.

39. Целевая функция — это точное отображение целей и задач объекта моделирования и правил оценки их выполнения.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

40. Какие формы представления математических моделей вы знаете?

1. инвариантная;
2. алгоритмическая;
3. аналитическая и графическая;
4. все вышеперечисленные.

41. Инвариантная форма представления математических моделей – запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения задачи:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

42. Алгоритмическая форма представления математических моделей - запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

43. Аналитическая форма представления математических моделей – запись модели в виде результатов аналитического решения исходных уравнений модели. В аналитической форме модель представляет собой явные выражения выходных параметров как функции внутренних и внешних параметров:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

44. Графическая (схемная) форма представления математических моделей представляется на некотором графическом языке. Примерами таких моделей могут быть схемы, диаграммы и т.д:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

45. Основными требованиями к математической модели являются требования адекватности, универсальности, экономичности.

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

46. Математическая модель считается адекватной, если отражает заданные свойства объекта моделирования с заданной точностью в заданной области моделирования. Точность математической модели определяется как степень совпадения выходных параметров объекта моделирования и математической модели:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

47. Универсальность математической модели определяется числом и составом учитываемых в модели параметров. Введение новых параметров расширяет применимость модели, так как увеличивается количество получаемой информации. Хотя выбор совокупности параметров в некоторой степени произволен, для большинства объектов моделирования технической системы, число и перечень учитываемых свойств и соответствующих им параметров определены и типизированы:

1. нет;
2. да;
3. не знаю.
4. возможно.

48. Экономичность математической модели определяется ресурсами ЭВМ, требуемыми для ее реализации. Под ресурсами, в первую очередь, понимают необходимую

для реализации математической модели на ЭВМ память и время счета. Эти параметры взаимозависимы, поэтому увеличение скорости счета, как правило, реализуется за счет увеличения необходимой оперативной памяти ЭВМ и наоборот. Экономичность математической модели также определяется выбранным для реализации математической модели методом решения, алгоритмом и особенностями реализации программы на ЭВМ.

1. нет; 2. да; 3. не знаю. 4. возможно.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (зачет 5 семестр)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

Комплект билетов к промежуточной аттестации (экзамен):

Экзаменационный билет № 1

1. Роль моделирования в процессе познавательной и практической деятельности инженера.
2. Понятие объекта, модели и моделирования. Классификация моделей. Абстрактные и материальные модели. Физические, аналоговые и символьные модели. Примеры моделей.
3. Определить рабочий объем двигателя 4Ч12 / 14 и его объем камеры сгорания при ступени сжатия равной 10.

Экзаменационный билет № 2

1. Понятие математической модели. Примеры математических моделей.
2. Классификация математических моделей. Детерминированы и стохастические, статические и динамические, линейные и нелинейные, структурные и функциональные модели. Имитационные модели.
3. Определить функцию перемещения поршня $\sigma = 1 - \cos(\varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos(2\varphi))$, используя Microsoft Excel для интервала изменения угла поворота коленчатого вала 0-90 градусов для.

Экзаменационный билет № 3

1. Структура математических моделей. Формы представления математических моделей. Общие требования к математическим моделям.
2. Математические модели элементов ДВС на микро- и макроуровнях.

3. Определить перемещения поршня $\sigma = 1 - \cos(\varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos(2\varphi))$, используя программу Microsoft Excel для интервала изменения угла поворота коленчатого вала 0-90 градусов, для двигателя 4Ч12 / 14.

Экзаменационный билет № 4

1. Мировоззренческие аспекты теории моделирования.
2. Понятие "объект", "модель", "моделирование". Примеры.
3. Определить среднее давление в процессе наполнения по заданным значениям: $\Delta P_s = 0,007$ МПа - потери давления во впускной системе, $n = 5000 \text{ мин}^{-1}$ - частота вращения кол-го вала, $\mu_s = 0,8$ - средний коэффициент потерь впускных клапанов, $f_{\text{ср}} = 0,0005717 \text{ м}^2$ - средняя плоскость проходного сечения клапана, $R = 287 \text{ Дж / кгК}$ - газовая постоянная воздуха; $T_s = 298\text{К}$, для двигателя 4Ч12 / 14.

Экзаменационный билет № 5

1. Общая классификация моделей.
2. Понятие математической модели. Примеры.
3. Определить температуру остаточных газов для двигателя с принудительным зажиганием, если его частота вращения 5000 мин^{-1} , степень сжатия 9, действительный расход воздуха на режиме $G_v = 0,4 \text{ кг}$, а расход топлива $G_t = 0,03 \text{ кг}$.

Экзаменационный билет № 6

1. Классификация математических моделей.
2. Структура и формы представления математических моделей.
3. Определить давление остаточных газов для двигателя с принудительным зажиганием, если сопротивление выпускной системы $\Delta P_{vv} = 0,002 \text{ МПа}$, $a = 0,5$ - эмпирический коэффициент, а частота вращения 2500 мин^{-1} , ход поршня $S = 0,14 \text{ м}$, температура остаточных газов $T_r = 1050\text{К}$.

Экзаменационный билет № 7

1. Понятие моделирования на микро-, макро- и метеоуровне.
2. Общая схема процесса моделирования.
3. Определить давление и температуру в процессе сжатия, если показатель политропы сжатия $n_c = 1,3456$, $P_a = 0,084279 \text{ МПа}$, $T_a = 329$ - давление и температура смеси в конце процесса наполнения, $E = 12$ - степень сжатия.

Экзаменационный билет № 8

1. Формулировка задачи, определение целей и критериев. Определение объекта моделирования. Составление содержательного описания объекта моделирования.
2. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Выбор параметров и переменных. Разработка структуры модели.
3. Определить коэффициент остаточных газов, если $r_{\text{ост}} = 1$ - коэффициент очистки камеры сгорания от остаточных газов, $\eta_v = 0,87$ - коэффициент наполнения, $T_r = 1000\text{К}$, $P_r = 0,125 \text{ МПа}$ - температура и давление остаточных газов, $V_h = 0,00465 \text{ м}^3$, $V_c = 0,000042 \text{ м}^3$.

Экзаменационный билет № 9

1. Составление формального описания. Математическая постановка задачи. Формальный и концептуальный подходы к разработке математического описания.
2. Экзамен математической модели. Верификация, проверка адекватности, калибровки математической модели.

3. Определить текущие значения объема цилиндра $V_i = V_c + S_i \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$, $S_i = \frac{S}{2} \cdot \sigma$ и

$\sigma = 1 - \cos(\varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos(2\varphi))$, используя программу Microsoft Excel для интервалу изменения угла поворота коленчатого вала 0-90 градусов, для двигателя 6Ч12 / 14.

Экзаменационный билет № 10

1. Упрощение модели. Способы упрощения модели.
2. Моделирование и вычислительный эксперимент.
3. Определить степень повышения давления в процессе сгорания и максимальное давление P_z , если $\beta = 1,06366$, $\rho = 1$ - степень предварительного сжатия, $T_z = 2819\text{K}$, $T_c = 777\text{K}$ - температуры в процессах сгорания и сжатия, показатель политропы сжатия $n_c = 1,3456$, $P_a = 0,084279\text{МПа}$, $\varepsilon = 12$ - степень сжатия

Экзаменационный билет № 11

1. Основные этапы разработки модели.
2. Содержание этапа "Составление содержательного описания".
3. Определить удельный эффективный расход топлива, если индикаторный КПД двигателя $g_i = 0,45\text{кг/кВтгод}$, $H_u = 43900\text{кДж/кг}$ - низшая теплота сгорания топлива, $\eta_m = 0,8$ - механический КПД.

Экзаменационный билет № 12

1. Содержание этапа "Составление нормального описания".
2. Формальный и концептуальный подходы к составлению математического описания.
3. Определить температуру и давление продуктов сгорания в конце процесса расширения задавшись температурой и давлением в конце сгорания $T_z = 3000\text{K}$ и $P_z = 12\text{МПа}$, $n_p = 1,247$ - показатель политропы расширения, $V_a = 0,00062\text{м}^3$, $V_z = 0,000053\text{м}^3$

Экзаменационный билет № 13

1. Понятие адекватности модели.
2. Способы упрощения модели.
3. Определить удельный эффективный расход топлива, если индикаторный КПД двигателя $g_i = 0,38\text{кг/кВтгод}$, $H_u = 43900\text{кДж/кг}$ - низшая теплота сгорания топлива, $\eta_m = 0,78$ - механический КПД.

Экзаменационный билет № 14

1. Понятие задач анализа, синтеза, оптимизации.
2. Выбор и обоснование физических принципов. Принятие абстракций и допущений. Выбор и обоснование граничных и начальных условий.
3. Определить степень повышения давления в процессе сгорания и максимальное давление P_z , если $\beta = 1,0644$, $\rho = 1$ - степень предварительного сжатия, $T_z = 2900\text{K}$, $T_c = 800\text{K}$ - температуры в процессах сгорания и сжатия, показатель политропы сжатия $n_c = 1,36$, $P_a = 0,082\text{МПа}$, $\varepsilon = 10$ - степень сжатия

Экзаменационный билет № 15

1. Моделирование элементов ДВС на микроуровне. Дифференциальные уравнения сохранения массы, энергии, количества движения. Численные методы, используемые при моделировании на микроуровне.
2. Понятие методов конечных элементов.
3. Определить температуру и давление продуктов сгорания в конце процесса расширенного задавшись температурой и давлением в конце сгорания $T_z = 2900\text{K}$ и $P_z = 10,2\text{МПа}$, $n_p = 1,247$ - показатель политропы расширения, $V_a = 0,00052\text{м}^3$, $V_z = 0,000043\text{м}^3$

Экзаменационный билет № 16

1. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний элементов ДВС методом конечных элементов.
2. Моделирование газового потока методом конечных разностей.
3. Определить степень повышения давления в процессе сгорания и максимальное давление P_z , если $\beta = 1,0644$, $\rho = 1$ - степень предварительного сжатия, $T_z = 2500\text{K}$, $T_c = 810\text{K}$ - температуры в процессах сгорания и сжатия, показатель политропы сжатия $n_c = 1,362$, $P_a = 0,0852\text{МПа}$, $\varepsilon = 11$ - степень сжатия.

Экзаменационный билет № 17

1. Моделирование процесса сжатия в двигателе.
2. Представьте фрагмент программы для определения проходных сечений клапанов газораспределения.
3. Определить удельный эффективный расход топлива, если индикаторный КПД двигателя $g_i = 0,38\text{кг/кВт}\cdot\text{ч}$, $H_u = 43900\text{кДж/кг}$ - низшая теплота сгорания топлива, $\eta_m = 0,78$ - механический КПД.

Экзаменационный билет № 18

1. Классификация математических моделей.
2. Моделирование процессов газообмена ДВС.
3. Определить функцию перемещения поршня, используя программирование функции перемещения поршня для интервала изменения угла поворота коленчатого вала 0-180 градусов, длина шатуна $L = 0,255\text{м}$, радиус кривошипа $R = 0,7$.

Экзаменационный билет № 19

1. Основные этапы разработки модели.
2. Содержание этапа "Составление содержательного описания".
3. Разработайте математическую модель процесса впуска дизеля с наддувом.

Экзаменационный билет № 20

1. Математическая модель процесса расширения дизельного двигателя.
2. Построение круговой диаграммы при выполнении теплового баланса двигателя.
3. Определить функцию перемещения поршня, используя программирование функции перемещения поршня для интервала изменения угла поворота коленчатого вала 0-180 градусов, длина шатуна $L = 0,255\text{м}$, радиус кривошипа $R = 0,7$.

Экзаменационный билет № 21

1. Алгоритм выполнения упрощенного расчета процесса наполнения цилиндра двигателя свежей смесью.
2. Статистические модели при проектировании ДВС.

3. Определить текущие перемещения поршня, $V_i = V_c + S_i \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$, $S_i = \frac{S}{2} \cdot \sigma$ и

$$\sigma = 1 - \cos(\varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos(2\varphi)) \text{ для интервала изменения угла поворота коленчатого вала}$$

0-90 градусов двигатель 6Ч12 / 14.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (Экзамен 6 семестр)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Письменная работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)

4	Письменная работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Письменная работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Письменная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)