

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра *Двигатели внутреннего сгорания*

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ДВС»

Уровень подготовки

Высшее образование – магистратура

(высшее образование – бакалавриат, высшее образование – специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность)

13.04.03 Энергетическое машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность подготовки (профиль, специализация)

Проектирование и моделирование поршневых и комбинированных двигателей

(наименование профиля подготовки, специализации)

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Уфа 2015

Исполнитель:

к.т.н., доцент



А.А. Черноусов

Заведующий кафедрой
Двигатели внутреннего сгорания
д.т.н., профессор



Р.Д. Еникеев

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Нестационарные газодинамические эффекты в ДВС*» является дисциплиной по выбору вариативной части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) *13.04.03 Энергетическое машиностроение*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "21" ноября 2014 г. № 1501.

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области рационального использования нестационарных волновых эффектов для интенсификации очистки и массового наполнения рабочих камер ДВС свежим зарядом.

Задачи:

1. Формирование знаний о физической сущности НГДЭ в ДВС, о способах их использования и теоретического описания.

2. Формирование знаний о конструктивном исполнении *газовоздушных трактов* (ГВТ) для рационального использования НГДЭ в ДВС.

3. Формирование представлений о взаимосвязи схемы и конструктивном исполнении элементов ГВТ с показателями газообмена и др. показателями ДВС.

4. Формирование умений и навыков, позволяющих осознанно применять полученные знания для расчетной и экспериментальной оценки совершенства процессов в ГВТ ДВС (для их доводки по показателям газообмена и др. показателям качества).

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
	Входные компетенции формируются на предыдущем этапе обучения – бакалавриат.			
1	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ПК-2	Пороговый	Математика Физика
2	Готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.	ПК-3	Пороговый	Математика Физика Термодинамика и тепло-массообмен
3	Способность выполнять численные и экспериментальные исследования, проводить	ПК-14	Пороговый	Физика, Механика жидкости и газа, Термодинамика и тепло-

	обработку и анализ результатов.			массообмен, Основы моделирования процессов в двигателях и энергоустановках
4	Способность и готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности.	ПК-18	Пороговый	Физика, Механика жидкости и газа, Термодинамика и тепло-массообмен
5	Способность формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой).	ПК-7	Пороговый	Основы моделирования процессов в двигателях и энергоустановках

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения.	ПК-10	Базовый	Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация)

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения.	ПК-10	Проблематику расчетного анализа процессов, газообмена с учетом нестационарных газодинамических эффектов и расчетной оптимизации трактов ДВС.	Ставить и решать задачи расчетного анализа и оптимизации с учетом нестационарных газодинамических эффектов для целей проектирования ДВС.	Приемами расчетной оценки показателей газообмена и рабочих процессов ДВС с учетом нестационарных эффектов в газоздушном тракте с использованием вычислительной техники.

Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ:

Вид работы	Трудоемкость, час.
	2 семестр
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	16
Лабораторные работы (ЛР)	8
КСР	3
Курсовая проект работа (КР)	–
Расчетно-графическая работа (РГР)	–
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	62
Подготовка и сдача экзамена	–
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Зачет

Содержание разделов и формы текущего контроля:

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p>Введение в дисциплину. Цель, задачи и план курса. Рекомендуемая литература.</p> <p>Обзор с примерами использования НГДЭ для волнового наддува ДВС. Об эффективности НГДЭ для массового наполнения по сравнению с использованием специальных агрегатов наддува.</p>	0,5	–	–	–	–	0,5	Р.6.1. № 1	<i>Классическая лекция</i>
2	<p>Процессы в ДВС и показатели качества газообмена. Параметры установившегося режима работы и интегральные показатели ДВС. Связь показателей ДВС с показателями качества газообмена. Безразмерные интегральные показатели качества газообмена: коэффициент наполнения (КН); коэффициент продувки (КП); коэффициент подачи; коэффициент остаточных газов.</p> <p><i>Особенности процессов газообмена 4-тактных ДВС. Особенности процессов газообмена 2-тактных ДВС.</i></p>	1,5	4	–	–	10	15,5	Р.6.1. № 1; Р.6.2. № 2	<i>Классическая лекция</i>
3	<p>Процессы и схемы газоздушных трактов для максимального наполнения. Теоретический предельный КН 4-тактных ДВС (в отсутствие волновых эффектов и необратимых процессов). Теоретический предельный КН 2-тактного ДВС (в отсутствие волновых эффектов и необратимых процессов). Эффекты, снижающие значение КН (потери на местных сопротивлениях: отрывные и др., потери на трение и теплоотдачу, потери при перемешивании: а) воздуха с ПС; б) воздуха с топливом).</p> <p>Оптимальная схема ГВТ 4-тактного ДВС для макс. использования НГДЭ для наполнения. Модифи-</p>	2	–	–	1	12	15	Р.6.1. № 1, 2; Р.6.2. № 2	<i>Классическая лекция</i>

	<p>кация схемы для многоцилиндровых ДВС. Оптимальные схемы ГВТ 2-тактных ДВС для макс. использования НГДЭ для наполнения:</p> <p>а) с тупиковым трубопроводом и «щелью»;</p> <p>б) с «расширительной камерой»).</p> <p><i>Схемы продувки рабочей камеры двухтактного двигателя. Схемы наполнения КК двухтактных ДВС с кривошипно-камерной продувкой.</i></p>								
4	<p>Модели процессов газообмена, параметрический анализ и оптимизация.</p> <p>Модель пространственного течения рабочего тела в ГВТ ДВС. Двухкомпонентное приближение (свежая смесь/воздух + продукты сгорания). Модель течения рабочего тела в ГВТ ДВС в одномерном приближении:</p> <p>а) в интегральной форме;</p> <p>б) в дифференциальной форме;</p> <p>в) в характеристической форме;</p> <p>г) то же, в выражении через инварианты Римана.</p> <p><i>Двухзонная модель продувки рабочей камеры (РК) двухтактного ДВС. Эмпирическая характеристика продувки РК. Понятие о КН при статической продувке.</i></p> <p>Функциональные связи (в параметрах подбора; общий вид; упрощение) показателей наполнения ДВС для геометрически подобных ГВТ. Функциональные связи (общий вид) показателей газообмена с конструктивными и режимными параметрами для 4-тактного ДВС с опт. схемой ГВТ. Функциональные связи (общий вид) показателей газообмена с конструктивными и режимными параметрами для 2-тактного ДВС с опт. схемой ГВТ.</p> <p><i>Задача о предельном массовом наполнении 4-тактного ДВС с оптимальной схемой ГВТ. Решение: теоретическое предельное значение КН. Задача о предельном КН 2-тактного ДВС с оптимальной схемой ГВТ. Решение: теоретические</i></p>	3	4	4	1	24	36	<p>Р.6.1. № 1, 2;</p> <p>Р.6.2. № 1, 2;</p> <p>Р.6.3. № 1–3</p>	<i>Классическая лекция</i>

	<i>предельные значения КН и КП.</i>								
5	<p>Нестационарные газодинамические эффекты. Волна конечной амплитуды (ВКА). Уединенная ВКА (УВКА). Генерирование УВКА: а) при срабатывании запорного органа на конце трубопровода и б) подвижным поршнем. Движение УВКА в канале с постоянным сечением (сохранение энергии; путевые потери при движении). Взаимодействие УВКА с плавным изменением сечения – «прямым» и «обратным» конусами (отражение; прохождение). Взаимодействие (отражение, прохождение) УВКА с местом сопряжения двух трубопроводов (скачком сечения). Взаимодействие УВКА со ступенями лопаточных машин (отражение, прохождение). Отражение УВКА от а) закрытого конца трубопровода; б) местного сопротивления на конце трубопровода; в) открытого конца трубопровода. <i>Особенности движения УВКА в канале с боковым отверстием («щелью»). «Диодный» эффект и его объяснение (с графиками давления в исходной волне, прошедшей и отраженной волнах).</i> <i>Особенности движения УВКА в разветвленном канале (сохранение/превращение энергии; потери полного давления).</i> <i>Понятие об оценке энергетической эффективности использования НГДЭ для сжатия и перемещения свежего заряда.</i></p>	3	8	4	1	16	32	Р.6.1. № 2; Р.6.2. № 2; Р.6.3. № 1–3	<i>Классическая лекция</i>
	Итого:	10	16	8	3	62	99		

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 25 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине «Нестационарные газодинамические эффекты в ДВС».

Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	4	Расчетная оптимизация размеров газоздушного тракта 4-тактного ДВС	4
2	5	Эффекты при движении волн конечной амплитуды в канале переменного сечения	4

Лабораторные работы (ЛР) являются ключевым этапом изучения дисциплины. ЛР выполняются студентами в течение семестра по индивидуальным вариантам заданий. Преподаватель обеспечивает контроль (защиту отчетов о ЛР) в конце семестра, проводит консультации, указывает на ошибки, оценивает объем выполненных работ. Зачет ЛР проводится исходя из оригинальности и качества выполненной работы и с учетом уровня знаний, показанных студентом во время защиты. В отчете о ЛР должны содержаться условия задачи, полученное решение и его обсуждение. В выводах по работе должен содержаться анализ с учетом физической сущности результатов.

Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Решение задач на расчет интегральных показателей ДВС по без-размерным показателям качества газообмена	2
2	2	Решение задач на расчет интегральных показателей ДВС по без-размерным показателям качества газообмена	2
3	4	Решение задач на анализ размерностей в задаче формирования ГВТ 4-тактного ДВС с волновым наддувом	2
4	4	Решение задач на анализ размерностей в задаче формирования ГВТ 2-тактного ДВС с волновым наддувом	2
5	5	Решение задач на количественный анализ определенного НГДЭ в трубопроводе	2
6	5	Решение задач на количественный анализ определенного НГДЭ в трубопроводе	2
7	5	Решение задач на оценку энергетической эффективности НГДЭ при сжатии и перемещении свежего заряда.	2
8	5	Решение задач на оценку энергетической эффективности НГДЭ при сжатии и перемещении свежего заряда.	2

Практические занятия (ПЗ) дополняют ЛР в курсе дисциплины. ПЗ заключаются в решении задач (в традиционной форме) по темам дисциплины. Преподаватель в начале каждого занятия излагает кратко теоретический, и методический материал к задачам и последовательно, в течение ПЗ, условия предлагаемых задач, контролирует и направляет самостоятельное решение задач студентами, оценивает результаты в конце каждого ПЗ.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Шароглазов Б.А., Шишков В.В. Поршневые двигатели: теория, моделирование и расчет процессов. — Челябинск: ЮУрГУ, 2011. — 525 с.

2. Черноусов А.А. Основы механики жидкости и газа. Исходные гипотезы и уравнения: Учеб. пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. — Уфа: УГАТУ, 2013. — 164 с. — (Эл. издание).

Дополнительная литература

1. Черноусов А.А. Основы численного моделирования рабочих процессов тепловых двигателей: Учебное пособие / А.А. Черноусов; ГОУ ВПО УГАТУ. — Уфа: УГАТУ, 2008. — 265 с.

2. Рудой И.Б., Черноусов А.А. Системы имитационного моделирования ДВС: Учебное пособие / И. Б. Рудой, А. А. Черноусов; ГОУ ВПО УГАТУ. — Уфа: УГАТУ, 2008. — 128 с.

Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

Обучающимся по программам подготовки магистров в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к следующим ресурсам:

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов (экз.)	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1.	ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД - 1217/0208-15 от 03.08.2015
2.	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» http://e-library.ufa-rb.ru	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
3.	Консорциум аэрокосмических вузов России http://elsau.ru/	1235	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
4.	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?lnit+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xsl+rus	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012
5.	Электронная библиотека диссертаций РГБ	885352 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
6.	СПС «КонсультантПлюс»	2007691 экз.	По сети УГАТУ	Договор 1392/0403-14 т 10.12.14

7.	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион, договор № 3/Б от 21.01.2013 (продлонгирован до 08.02.2016.)
8.	ИПС «Технорма/Документ»	36939 экз.	Локальная установка: библиотека УГАТУ-5 мест; кафедра стандартизации и метрологии-1 место; кафедра начертательной геометрии и черчения-1 место	Договор № АОСС/914-15 № 989/0208-15 от 08.06.2015.
9. *	Научная электронная библиотека eLIBRARY* http://elibrary.ru/	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
10.	Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier http://www.sciencedirect.com	120 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.
11.	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer* http://www.springerlink.com	1900 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ открыт по гранту РФФИ
12.	Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor & Francis Group* http://www.tandfonline.com/	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
13.	Научные полнотекстовые журналы издательства	650 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г.

	Sage Publications*			№14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
14.	Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press* http://www.oxfordjournals.org/	275 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
15.	Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science http://www.sciencemag.org	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
16.	Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group* http://www.nature.com/	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
17.	Научные полнотекстовые журналы Американского института физики http://scitation.aip.org/	18 наимен. журналов	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
18.	Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America* http://www.opticsinfobase.org/	22 наимен. журн.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
19.	База данных GreenFile компании EBSCO* http://www.greeninfoonline.com	5800 библиографич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам

				консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)
--	--	--	--	---

1. Программа для численного моделирования газообмена и рабочего процесса ДВС Horsepower Lab 1D: Свидетельство о гос. регистрации программы № 2010613235 от 17.05.2010 г.

2. Программный комплекс для численного моделирования сложных технических объектов ALLBEA: Свидетельство о гос. регистрации программы № 2011619399 от 08.12.2011 г.

Образовательные технологии

При реализации дисциплины электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не используются.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции и практические занятия проводятся в специализированной аудитории кафедры двигателей внутреннего сгорания, оснащённой аппаратурой для широкоформатной визуализации презентаций и других аналогичных материалов.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории (дисплейном классе) кафедры двигателей внутреннего сгорания. Лаборатория оснащена аппаратурой для широкоформатной визуализации презентаций и других аналогичных материалов, а также персональными компьютерами с установленными на них лицензионным ПО, включая пакеты программ для моделирования процессов ALLBEA и Horsepower Lab 1D, а также свободно распространяемую систему программирования *Dev-C++* для разработки ПО на языках программирования *C* и *C++*.

Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697 «Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности» обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья по данному направлению подготовки не предусмотрено.