

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЭАТ

А.С. Баранов

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.6 «Динамика двигателей»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.03
Энергетическое машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Двигатели внутреннего сгорания**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	профессор	В.А. Сеницын
Согласовал	Зав. кафедрой «ДВС»	А.Е. Свистула
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Е. Свистула

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1	Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
		ПК-2.2	Проводит комплекс расчетов для объекта профессиональной деятельности
		ПК-2.3	Способен принимать и обосновывать технические решения при создании объекта профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Детали машин и основы конструирования, Теоретическая механика, Физика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Автоматическое регулирование ДВС, Конструирование двигателей, Системы двигателей, Специальные двигатели, Технология двигателестроения, Эксплуатация и ремонт ДВС

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 6 / 216

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	16	32	136	95

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Лекционные занятия (32ч.)

1. Введение.

Предмет и содержание курса. Цель и задачи изучения дисциплины(2ч.)[8,9]
Предмет и содержание курса. Цель и задачи изучения дисциплины. Схемы КШМ отечественных и зарубежных ДВС. Классификация ДВС по числу и расположению цилиндров.

2. Кинематика дезаксиального КШМ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3,8,9,10,11] Анализ кинематики дезаксиального КШМ. Вывод формул для расчета перемещения, скорости и ускорения поршня дезаксиального КШМ

2. Кинематика КШМ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[2,3,7,8,9,10,11] Выбор схемы расположения кривошипов коленчатого вала и порядка работы цилиндров

Перемещение, скорость и ускорение поршня центрального КШМ. Кинематика движения шатуна. Вывод поправки Брикса.

Кинематика и динамика ДКШМ и КШМ с прицепным шатуном. Кинематика КШМ двигателя Ванкеля, Баландина.

Оценка влияния условий работы двигателя на конструкцию КШМ.

3. Динамика КШМ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (8ч.)[4,6,8,9]
Динамика КШМ

Силы, действующие в КШМ двигателя. Силы давления газов. Силы инерции поступательно и вращательно движущихся масс. Приведение масс КШМ.

Суммарные силы в КШМ и их составляющие. Графики сил, действующих в КШМ.

Равномерность крутящего момента. Степень неравномерности. Способы повышения равномерности выходного крутящего момента M_k .

Коэффициент неравномерности крутящего момента. Коэффициент запаса (приспособляемости) M_k .

Суммарный крутящий момент. Примеры определения суммарного крутящего момента для ДВС с различным числом цилиндров. Расчет маховика.

Силы, действующие на шатунные и коренные шейки и подшипники коленчатого вала. Полярные диаграммы нагрузок на них.

Методика построения диаграммы износа шатунной шейки.

4. Уравновешивание ДВС {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[1,4,5,6,8,9,10,11] Уравновешивание ДВС. Общие понятия и определения.

Основы векторного анализа уравновешенности. Прямая и обратная задачи.

Силы инерции I и II порядков и их фиктивные амплитудные радиус-векторы. Шесть условий полной динамической самоуравновешенности двигателя.

Динамически эквивалентная модель отсека $2V$ по силам инерции первого и второго порядков. Частные случаи результирующих радиус-векторов сил инерции I и II порядков (формы годографов).

Частные случаи плоских отсеков: $2V45$, $2V60$, $2V90$, $2V120$, $2V180$.

5. Практические задачи уравнивания ДВС {лекция с разбором конкретных ситуаций} (8ч.)[1,2,4,8] Практические задачи уравнивания ДВС

Уравнивание 1-цилиндрового ДВС. Уравнивание 2-цилиндровых рядных ДВС с кривошипами, направленными в одну сторону и под углом 180° .

Уравнивание 2-цилиндрового ДВС с противоположным расположением цилиндров и кривошипами под углом 180° .

Уравнивание 3-цилиндрового рядного ДВС. Уравнивание 4-цилиндровых рядных ДВС с плоским коленчатым валом.

Уравнивание 4-цилиндровых рядных ДВС с крестообразным коленчатым валом.

Уравнивание 6-цилиндровых рядных ДВС (2- и 4- тактных).

Уравнивание 8-цилиндровых рядных ДВС.

Общие выводы по уравниванию рядных ДВС.

Уравнивание V-образных 4- и 6-цилиндровых ДВС.

Уравнивание V-образных 8- и 10 цилиндровых ДВС.

Практические занятия (32ч.)

1. Кинематика центрального КШМ(2ч.)[2,4,6,8] Анализ кинематики центрального КШМ конкретного двигателя. Расчет перемещения, скорости и ускорения поршня центрального КШМ

2. Кинематика дезаксиального КШМ {работа в малых группах} (2ч.)[2,8]
Кинематика дезаксиального КШМ

3. Динамически эквивалентная система приведенных масс КШМ {работа в малых группах} (2ч.)[2,4,8,10] Приведение масс КШМ. Приведение поступательно и вращательно движущихся масс. Приведение массы шатуна

4. Анализ индикаторной диаграммы. Газовая сила, действующая на поршень(2ч.)[2,4] Анализ индикаторной диаграммы двигателя. Определение газовой силы, действующей на поршень. Начало заполнения главной динамической таблицы

5. Силы, действующие в КШМ. Приведение сил, нагрузка на элементы КШМ. {работа в малых группах} (2ч.)[2,4,8,9] Силы, действующие в КШМ. Приведение сил, нагрузка на элементы КШМ.

6. Анализ схем коленчатых валов. Порядок работы цилиндров. Интервалы между вспышками(2ч.)[1,8] Анализ схем коленчатых валов. Порядок работы цилиндров. Определение интервалов между вспышками.

7. Суммарный крутящий момент двигателя {работа в малых группах} (2ч.)[2,4,8,9] Суммарный крутящий момент двигателя. Методика построения суммарного крутящего момента. Понятие средний крутящий момент двигателя.

8. Равномерность хода двигателя. Подбор маховика.(2ч.)[2,4,8] Равномерность хода двигателя. Подбор маховика.

9. Набегающие моменты на коренные и шатунные шейки коленчатого вала(2ч.)[2,4,8] Набегающие моменты на коренные и шатунные шейки коленчатого вала

10. Нагрузка на шатунные и коренные шейки. Полярная диаграмма нагрузки. {работа в малых группах} (4ч.)[2,4,8] Нагрузка на шатунные и коренные шейки. Полярная диаграмма нагрузки.

11. Износ шатунных и коренных шеек.(2ч.)[2,4,8] Износ шатунных и коренных шеек. Построение диаграмм износа шеек. Определение наиболее и наименее нагруженных мест шеек.

Расчет сил инерции и противовесов коленчатого вала

12. Анализ уравновешенности рядных ДВС

Анализ уравновешенности V-образных ДВС

Практические задачи уравновешивания рядных и V-образных ДВС(8ч.)[1,4,8,9] Анализ уравновешенности рядных ДВС

Анализ уравновешенности V-образных ДВС

Практические задачи уравновешивания рядных и V-образных ДВС

Лабораторные работы (16ч.)

1. Изучение и анализ кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания(4ч.)[3] Изучение и анализ кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания

2. Определение центра тяжести шатуна методами взвешивания и качаний.(4ч.)[3,6] Определение центра тяжести шатуна методами взвешивания и качаний.

3. Экспериментальное определение моментов инерции коленчатого вала и маховика.(4ч.)[3,6] Экспериментальное определение моментов инерции коленчатого вала и маховика.

4. Анализ уравновешенности исследуемого двигателя и разработка практических мероприятий по уравновешенности(4ч.)[3] Анализ уравновешенности исследуемого двигателя и разработка практических мероприятий по уравновешенности

Самостоятельная работа (136ч.)

1. Выполнение курсового проекта(67ч.)[1,2,10]

2. Самостоятельная подготовка к текущему контролю успеваемости(33ч.)[2,8]

3. Подготовка к сдаче экзамена(36ч.)[1,2,3,4,8]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. В. Черниченко, В. И. Лукьяненко, П. А. Солженикин, А. В. Исанова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 172 с. — ISBN 978-5-9729-0589-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/114975.html> (дата обращения: 13.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2. Кузьмин А.Г. Динамический расчет кривошипно-шатунного механизма двигателей внутреннего сгорания: Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Динамика двигателей» для студентов направления 141100 – «Энергетическое машиностроение» по профилю «Двигатели внутреннего сгорания»/ А.Г.Кузьмин, В.А.Синицын, С.С.Дорофеева. Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 57с. – Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/kuzmin-dr.pdf>

3. Кузьмин А.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Динамика двигателей» для студентов направления 141100 – «Энергетическое машиностроение» по профилю «Двигатели внутреннего сгорания». А.Г.Кузьмин, В.А.Синицын, С.С.Дорофеева/ Алт. гос. техн. ун-т. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – 20 с. – Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/kuzmin-ldd.pdf>

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

4. 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 редакцией Ю. П. Макушева. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-9729-0987-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123832.html> (дата обращения: 14.09.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Дружинин, А. М. Модернизация двигателей внутреннего сгорания : цилиндропоршневая группа нового поколения / А. М. Дружинин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2017. — 150 с. — ISBN 978-5-9729-0158-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68994.html> (дата обращения: 13.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6. Сергеев, Н. В. Двигатели иностранных фирм : учебное пособие / Н. В.

Сергеев, В. П. Шоколов. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-9729-0899-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124037.html> (дата обращения: 19.09.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2. Дополнительная литература

7. Карташевич, А.Н. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / А.Н. Карташевич, Г.М. Кухаренок, А.А. Рудашко. - Минск : РИПО, 2018. - 308 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-828-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497471> (06.02.2019).

8. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высш. школа, 1970. – 328с. – 46 экз.

9. Чистяков В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с. – 28 экз.

10. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для ВУЗов/ А.И.Колчин, В.П.Демидов. – М.: Высш. школа, 2002. – 496 с. – 123 экз.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

11. Сеницын, Владимир Александрович. Динамическая уравновешенность двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : (Модульный курс) : учебное пособие / В. А. Сеницын. - АлтГТУ, 2014. - 108 с.

Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Sinicin-dinur.pdf>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие

обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Acrobat Reader
1	LibreOffice
2	Windows
2	FAR Manager
3	FineReader 9.0 Corporate Edition
3	Антивирус Kaspersky
5	Microsoft Office
7	WinRar
9	(БТИ) КонсультантПлюс
10	Гарант

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	IEEE Xplore - Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций. Бессрочно без подписки (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)
3	Российский морской регистр судоходства и раздел издания РС (https://rs-class.org/ https://lk.rs-class.org/regbook/rules)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».