

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт политехнический

Кафедра автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИПТ НовГУ



А. Н. Чадин

2017 г.

СИЛОВЫЕ АГРЕГАТЫ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Учебный модуль по направлению подготовки
23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(уровень бакалавриат)

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

 О.Б. Широколобова

« 10 » 11 2017 г.

Разработал

Доцент кафедры АТ

 А. В. Капустин

« 10 » 09 2017 г.

Принято на заседании кафедры АТ

Протокол № 2 от « 10 » 10 2017 г.

Заведующий кафедрой АТ

 А. Н. Чадин

« 10 » 10 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цели учебного модуля (УМ) «Силовые агрегаты ТиТТМО»:

- Подготовка выпускников, обладающих предметно-специализированными компетенциями, необходимыми для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области науки и техники, связанные с эксплуатацией, ремонтом и сервисным обслуживанием силовых установок автомобильного транспорта.
- В области воспитания целью УМ является формирование следующих социально-личностных качеств студента: целеустремленности, трудолюбию, умению работать в коллективе,

Задачи УМ:

- Подготовить к участию в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства силовых агрегатов ТиТТМО;
- выполнение работ по профессии рабочего: контроль технического состояния силовых агрегатов транспортных средств с использованием средств технического диагностирования.

2 Место учебного модуля в структуре ОП направления подготовки

Изучение модуля «Силовые агрегаты ТиТТМО» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных модулей: «Математика», «Химия», «Физика», «Техническая механика», "Сопротивление материалов. Материаловедение", "Детали машин и основы конструирования"

В результате изучения предшествующих модулей обучающиеся должны:

знать:

- основы дифференциального и интегрального исчисления, свойство – полный дифференциал, исследование функций;
- элементы химической термодинамики и органической химии;
- основы молекулярной физики (термодинамика) и молекулярно-кинетической теории;
- условия равновесия произвольной пространственной системы сил, поступательное, вращательное и плоскопараллельное движения твердого тела, метод кинестатики (принцип Даламбера), уравнивание механизмов, синтез кулачковых механизмов;
- геометрические характеристики поперечных сечений, механические свойства конструкционных материалов, основы расчетов на статическую прочность и усталостную прочность;
- валы и опоры: основы расчета валов и осей, подшипники качения и скольжения, корпусные детали;

уметь:

- применять естественнонаучные и общетехнические знания для углубленного изучения и анализа рабочего процесса поршневого двигателя внутреннего сгорания (ПДВС), расчета механизмов, систем и основных деталей ПДВС;

владеть:

- общими методиками (приемами) исследования естественных процессов и расчета технических систем, позволяющими освоить методики исследования рабочих процессов и характеристик силовых агрегатов;

Знания и умения, полученные при изучении учебного модуля «Силовые агрегаты ТиТТМО», используются при освоении учебного модуля «Техническая эксплуатация ТиТТМО», а также при итоговой государственной аттестации.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- ПК-8 способен разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;
- ПК-9 способен к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов.

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-8	повышенный	основы оформления чертежей и эскизов деталей и документации; основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, изделиям.	использовать конструкторскую и технологическую документацию в объеме достаточном для решения эксплуатационных задач.	навыками осуществления экспертизы технической документации, надзора и контроля за состоянием и эксплуатацией транспортного оборудования, агрегатов и сооружений.
ПК-9	повышенный	методики проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов; техническое обеспечение испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов.	использовать методики и программы проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов	навыками осуществления испытаний и оформления результатов испытания транспортно-технологических процессов и их элементов

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов:

- УЭМ 1 – Теплотехника;
- УЭМ 2 – Силовые агрегаты.

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам		Коды формируемых компетенций
		Очное, 5 сем.	Заочное, 7 сем.	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):				
всего	216	216	216	
аудиторная	90	90	20	
аудиторная СРС	18	18	0	
внеаудиторная СРС	90	90	196	
УЭМ 1 Теплотехника (ЗЕТ)	72 (2)	72 (2)	72 (2)	
- лекции	18	18	4	ПК-9
- практические занятия	-	-	-	
- лабораторные работы	18	18	2	
- аудиторная СРС	9	9	0	
- внеаудиторная СРС	36	36	66	
УЭМ 2 Силовые агрегаты(ЗЕТ)	144 (4)	144 (4)	144 (4)	
- лекции	27	27	6	ПК-8; ПК-9
- практические занятия	9	9	4	
- лабораторные работы	18	18	4	
- аудиторная СРС	9	9	0	
- курсовой проект(внеауд.)	36	36	36	
- внеаудиторная СРС	18	18	130	
Аттестация:				
- экзамен	36	36	36	ПК-8; ПК-9

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ 1 Теплотехника

1. Введение. Предмет теплотехники. Связь курса с общенаучными, инженерными и специальными дисциплинами. Основные понятия и определения. Теплота и температура. Применение теплоты в отрасли.

Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния. Газовые смеси. Теплота, работа - функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия как функции состояния рабочего тела. Первый закон термодинамики.

2. Термодинамические процессы идеальных газов. Второй закон термодинамики. Прямые и обратные циклы. Тепловой двигатель. Цикл Карно. Термический КПД.

3. Компрессоры и ДВС. Виды и назначения компрессоров. Работа, затрачиваемая на привод одноступенчатого поршневого компрессора. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Изотермический и адиабатный КПД компрессора. Многоступенчатое сжатие. Теоретическая индикаторная диаграмма компрессора и её изображение в координатах P-V и T-s. Отводимая теплота. Мощность привода компрессора. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Циклы Отто, Дизеля, Тринклера. Сравнение термических КПД циклов ДВС. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термический КПД цикла. Методы повышения термического КПД ГТУ.

4. Основные сведения теории теплообмена.

Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Температурное поле. Тепловой поток. Передача теплоты теплопроводностью через стенку. Основные понятия конвективного теплообмена и передачи теплоты излучением. Теплообменные устройства.

5. Топливо и основы горения. Виды и характеристики топлив. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды.

6. Основы энергосбережения Понятие о теплообеспечении предприятий автомобильного транспорта. Вторичные энергоресурсы. Основные направления экономии энергоресурсов.

УЭМ 2 Силовые агрегаты

1.Содержание и объем курса, порядок чтения лекций, проведения практических занятий и выполнения лабораторных работ. Выдача заданий на курсовой проект (КП). Требования к КП. Рекомендованная литература и работа с ней.

2. Рабочие процессы силовых агрегатов. Эффективные и оценочные показатели работы.

Принципы работы, рабочие процессы силовых агрегатов (СА) ТИТТМО отрасли. Оценочные показатели эффективности работы используемых в отрасли СА различных типов.

3. Характеристики силовых агрегатов

Регулирующие, нагрузочные, скоростные, детонационные характеристики. Экологические характеристики и характеристики на неустановившихся режимах.

4. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма (КШМ)

Перемещение, скорость, ускорение поршня. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ.

5. Уравновешивание поршневых ДВС. Равномерность хода двигателя.

Принципы уравновешивания центробежных сил инерции и их моментов для плоских и пространственных коленчатых валов. Принципы уравновешивания сил инерции (и их моментов) возвратно-поступательно движущихся масс. Анализ уравновешенности и уравновешивание двигателей с линейным расположением цилиндров и V-образных двигателей. Технологическая неуравновешенность ДВС. Неравномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя.

6. Основы конструирования и особенности расчета механизмов, деталей и систем силовых агрегатов

Основные конструктивные решения, принципиальные компоновочные схемы силовых агрегатов ТИТТМО отрасли различных типов. Основы конструирования и расчета основных деталей, механизмов и систем двигателя.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

№ раздела УМ	Наименование лабораторных работ и практических занятий	Трудоемкость, ак.час
УЭМ 1	1 Лабораторная работа №1. Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач	2
УЭМ 1	2 Лабораторная работа №2. Определение параметров влажного воздуха	2
УЭМ 1	3 Лабораторная работа №3. Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло	4
УЭМ 1	4 Лабораторная работа №4. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала	2
УЭМ 1	5 Лабораторная работа №5. Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции	4
УЭМ 1	6 Лабораторная работа №6. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе	4

УЭМ 2	1 Лабораторная работа №1. Цели и виды испытаний. Испытательные стенды и аппаратура. Характеристики тормозов.	1
УЭМ 2	2 Лабораторная работа №2. Регулировочная характеристика карбюраторного двигателя по составу смеси.	2
УЭМ 2	3 Лабораторная работа №3. Регулировочная характеристика ПДВС с искровым зажиганием по углу опережения зажигания.	2
УЭМ 2	4 Лабораторная работа №4. Скоростная характеристика ПДВС с искровым зажиганием.	2
УЭМ 2	5 Лабораторная работа №5. Скоростная характеристика дизеля с регуляторной ветвью.	2
УЭМ 2	6 Лабораторная работа №6. Нагрузочная характеристика ДсИЗ	4
УЭМ 2	7 Лабораторная работа №7. Нагрузочная характеристики дизеля	4
УЭМ 2	8 Определение механических потерь двигателя	1

4.4 Курсовой проект

Тема курсового проекта: «Расчет и конструирование автомобильного двигателя». Каждый студент получает индивидуальные исходные данные для проектирования двигателя, которые ежегодно разрабатываются руководителем проекта и утверждаются заведующим кафедрой.

По согласованию с руководителем курсового проектирования студенты в качестве тем могут предложить научно-исследовательские темы или оригинальные конструктивные решения, претендующие на изобретение, которые будут ими использованы при выполнении ВКР. КП состоит из пояснительной записки объемом 30–50 листов формата А4 и графической части объемом 3 листа формата А1.

Образец задания на курсовой проект и календарный план выполнения курсового проекта представлены в приложении А.

4.5 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ даются в Приложении А.

4.6 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием бально-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего

контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение УМ, представлено картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса УЭМ 1 имеются аудитория, оборудованная дидактическими средствами обеспечения занятий, мультимедийными средствами для демонстрации комплекта электронных плакатов «Техническая термодинамика» (ауд. 4412), а также компьютерный класс для выполнения виртуальных лабораторных работ (ауд. 4402).

Для осуществления образовательного процесса по УЭМ2 имеются компьютерный класс, оборудованный средствами для демонстрации лекций и проведения практических занятий, и учебная лаборатория, оснащенная стендами испытания двигателя с искровым зажиганием (ЗМЗ-24) и дизельного двигателя (Д-242).

Приложения (обязательные):

- А – Методические рекомендации по организации изучения УМ;
- Б – Технологическая карта;
- В - Карта учебно-методического обеспечения УМ.

Приложение А

(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Силовые агрегаты ТнТТМО»

Образовательные технологии, применяемые при изучении УМ

Образовательный процесс при изучении УМ строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, контекстное обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- **лекционные** (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- **практические** (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, выполнение практических работ);
- **тренинговые** (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- **активизации познавательной деятельности** (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций);
- **самоуправления** (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).
- **защита проектов.**

УЭМ 1 Теплотехника

Процесс изучения УЭМ 1 направлен на формирование компетенции:

- ПК-9 способен к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов.

Наполнение теоретической части УЭМ 1:

Круглов Г. А., Булгакова Р.И. Теплотехника: учеб. пособие для вузов-СПб.:Лань, 2010 -207с.

1. Введение. Предмет теплотехники. Связь курса с общенаучными, инженерными и специальными дисциплинами. Основные понятия и определения. Теплота и температура. Применение теплоты в отрасли.

Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния. Газовые смеси. Теплота, работа - функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия как функции состояния рабочего тела. Первый закон термодинамики.

2. Термодинамические процессы идеальных газов. Второй закон термодинамики. Прямые и обратные циклы. Тепловой двигатель. Цикл Карно. Термический КПД.

3. Компрессоры и ДВС. Виды и назначения компрессоров. Работа, затрачиваемая на привод одноступенчатого поршневого компрессора. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Изотермический и адиабатный КПД компрессора. Многоступенчатое

сжатие. Теоретическая индикаторная диаграмма компрессора и её изображение в координатах $P-V$ и $T-s$. Отводимая теплота. Мощность привода компрессора. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Циклы Отто, Дизеля, Тринклера. Сравнение термических КПД циклов ДВС. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термический КПД цикла. Методы повышения термического КПД ГТУ.

4. Основные сведения теории теплообмена.

Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Температурное поле. Тепловой поток. Передача теплоты теплопроводностью через стенку. Основные понятия конвективного теплообмена и передачи теплоты излучением. Теплообменные устройства.

5. Топливо и основы горения. Виды и характеристики топлив. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды.

6. Основы энергосбережения. Понятие о теплообеспечении предприятий автомобильного транспорта. Вторичные энергоресурсы. Основные направления экономии энергоресурсов.

Вопросы для контроля теоретической части УЭМ 1:

1. Энергия системы и ее виды. Способы изменения внутренней энергии – совершение работы и подвод теплоты.
2. Термодинамическая система и окружающая среда. Параметры состояния.
3. Температура как мера нагретости тела. Температурные шкалы.
4. Давление и удельный объем – параметры состояния.
5. Термодинамическое равновесие. Термическое уравнение состояния идеального газа.
6. Внутренняя энергия системы и ее свойства. Внутренняя энергия идеального газа.
7. Работа изменения объема как функция процесса и ее графическое изображение.
8. Энтальпия системы и ее свойства. Энтальпия идеального газа.
9. Первое начало термодинамики и его аналитическое выражение с использованием внутренней энергии и энтальпии.
10. Энтропия идеального газа.
11. Анализ изохорного процесса идеального газа $v = \text{const}$.
12. Анализ изобарного процесса идеального газа $p = \text{const}$.
13. Анализ изотермического процесса идеального газа $T = \text{const}$.
14. Анализ адиабатного процесса идеального газа $s = \text{const}$.
15. Второе начало термодинамики (в различных формулировках). Тепловой двигатель.
16. Цикл Карно для идеального газа и его термический КПД.
17. Схема и анализ процесса сжатия газа в поршневом одноступенчатом компрессоре.
18. Схема и анализ процесса сжатия газа в многоступенчатом компрессоре.
19. Схема и анализ цикла поршневого ДВС Отто с подводом теплоты при $v = \text{const}$.
20. Схема и анализ цикла поршневого ДВС Дизеля с подводом теплоты при $p = \text{const}$.
21. Схема и анализ цикла поршневого ДВС Тринклера со смешанным подводом теплоты.
22. Схема и анализ цикла газотурбинной установки.
23. Три способа переноса теплоты.
24. Температурное поле и градиент температуры.
25. Тепловой поток. Закон теплопроводности Фурье.
26. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.
27. Передача теплоты теплопроводностью через плоскую однослойную стенку.
28. Конвективный теплообмен.
29. Закон Ньютона-Рихмана.
30. Основные законы теплового излучения.
31. Виды теплообменных аппаратов.
32. Состав и свойства жидкого и газообразного топлив.
33. Теплота сгорания топлива.

Примеры контроля теоретических знаний в тестовой форме

1	Если манометр показал давление p_m , то абсолютное давление p равно...	$p = p_{атм} + p_m$ $p = p_m$ $p = p_{атм} - p_m$
2	В каких единицах измеряется универсальная газовая постоянная $R_u = 8314$	- Дж/(кмоль·К) - Ккал/(кмоль·К) $\frac{p}{\rho} = const$ $\frac{p}{\rho} = const$ - кг/(кмоль·К)
3	Какое из выражений является уравнением изобары идеального газа	$\frac{p}{V} = RT$ $\frac{p}{V} = RT \cdot v^0 = const$ $P \cdot v = const$ $P \cdot v^k = const$
4	Какое из выражений является уравнением изотермы идеального газа	$P \cdot v^0 = const$ $P \cdot v = const$ $P \cdot v^k = const$
5	Какое из выражений является уравнением адиабаты идеального газа	$P \cdot v^0 = const$ $P \cdot v = const$ $P \cdot v^k = const$
6	В каком из процессов все тепло идет на увеличение внутренней энергии	- Изобарный - Изохорный - Изотермический - Адиабатный
7	В каком из процессов все тепло идет на совершение работы	- Изобарный - Изохорный - Изотермический - Адиабатный
8	В каком из процессов вся работа затрачивается на увеличение внутренней энергии	- Изобарный - Изохорный - Изотермический - Адиабатный
9	В твердых телах теплота передается	- теплопроводностью - конвекцией - излучением
10	В движущихся жидкостях теплота передается	- теплопроводностью - конвекцией - излучением
11	В безвоздушном пространстве (вакууме) теплота передается	- теплопроводностью - конвекцией - излучением
12	Передаваемый теплопроводностью тепловой поток определяется законом	- Фурье - Ньютона-Рихмана - Стефана-Больцмана
13	Передаваемый теплопроводностью тепловой поток определяется законом	- Фурье - Ньютона-Рихмана - Стефана-Больцмана
14	Лучистый тепловой поток определяется законом	- Фурье - Ньютона-Рихмана - Стефана-Больцмана
15	Теплообменный аппарат – это устройство для	- передачи теплоты - преобразования теплоты в работу

		3 для сжатия газов и паров
16	Тепловой двигатель – это устройство для	1 передачи теплоты 2 преобразования теплоты в работу 3 для сжатия газов и паров
17	Компрессор – это устройство для	1 передачи теплоты 2 преобразования теплоты в работу 3 для сжатия газов и паров

Методические рекомендации по лабораторным работам УЭМ 1:

Методические указания «Виртуальная лаборатория по технической термодинамике и теплопередаче». Сост. Кузнецов Б.Ф., Тарантова Г.Д., Майоров В.А. – Великий Новгород, НовГУ, 2012 - 52с.

Методические рекомендации по СРС УЭМ 1:

Примеры индивидуальных заданий для СРС

ИДЗ-1

1. Определите абсолютное давление (в Па) в паровом котле, если установленный на нем манометр показывает 1,5 ати, а атмосферное давление по ртутному барометру составляет $B = 440$ мм рт.ст.

2. Определите плотность азота и кислорода при «нормальных» условиях $t = 0^\circ\text{C}$, $P = 1,013$ бар.

3. В 1 м^3 сухого воздуха содержится примерно $0,21 \text{ м}^3$ кислорода и $0,79 \text{ м}^3$ азота. Определите кажущуюся молекулярную массу воздуха μ и плотность воздуха при «нормальных» условиях $t = 0^\circ\text{C}$, $P = 1,013$ бар.

4. 1 кг воздуха при начальных температуре $t_1 = 30^\circ\text{C}$ и давлении $P_1 = 1$ бар сжимается изотермически до конечного давления $P_2 = 10$ бар. Определите конечный объем, затрачиваемую работу и количество отводимого тепла. Изобразите процесс сжатия в рабочей P-v и тепловой T-s диаграммах и укажите графическое изображение затрачиваемой работы и количества отводимого тепла.

5. 1 кг воздуха при начальных температуре $t_1 = 30^\circ\text{C}$ и давлении $P_1 = 1$ бар сжимается адиабатно до конечного давления $P_2 = 10$ бар. Определите конечный объем, затрачиваемую работу и количество отводимого тепла. Изобразите процесс сжатия в рабочей P-v и тепловой T-s диаграммах и укажите графическое изображение затрачиваемой работы и количества отводимого тепла.

ИДЗ-2

1. Определить потери теплоты через 1 м^2 кирпичной стены помещения толщиной $0,5 \text{ м}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, если температура внутренней поверхности стены $t_1 = 18^\circ\text{C}$, а температура наружной поверхности $t_2 = -18^\circ\text{C}$.

2. Определить потери теплоты через 1 м^2 кирпичной стены помещения толщиной $0,5 \text{ м}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Температура воздуха внутри помещения $t_{ж1} = 18^\circ\text{C}$; коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стены $\alpha_1 = 7,5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура наружного воздуха $t_{ж2} = -25^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2 = 20 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$.

3. Поверхность стального изделия имеет температуру 727°C и степень черноты $\varepsilon = 0,8$. Вычислить плотность излучаемого этой поверхностью теплового потока.

4. Определите, какое количество воды можно было бы нагреть от начальной температуры $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до кипения при $t_2 = 100^\circ\text{C}$ на нагревательной приборе, в котором сгорает 1 кг керосина с теплотой сгорания $H = 42 \text{ МДж/кг}$ при условии, что вся выделяемая теплота затрачивается на нагрев воды. Теплоемкость воды $c = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$.

УЭМ 2 Силовые агрегаты

Процесс изучения УЭМ 2 направлен на формирование компетенций:

- ПК-8 способен разрабатывать и использовать графическую техническую документацию;
- ПК-9 способен к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов.

Наполнение теоретической части УЭМ 2:

Автомобильные двигатели : учеб. для вузов / авт. М.Г.Шатров [и др.] ; под ред. М.Г. Шатрова. – 3-е изд., испр. И доп. - М.: Академия, 2013. – 461, [2] с. : ил. – (Высшее профессиональное образование, Транспорт) (Бакалавриат). – Библиогр.: с.458. – ISBN 978-5-4468-0186-2 : (в пер.) : 586.41.

1. Содержание и объем курса, порядок чтения лекций, проведения практических занятий и выполнения лабораторных работ. Выдача заданий на курсовой проект (КП). Требования к КП. Рекомендованная литература и работа с ней.

2. Рабочие процессы силовых агрегатов. Эффективные и оценочные показатели работы.

Принципы работы, рабочие процессы силовых агрегатов (СА) ТИТМО отрасли. Оценочные показатели эффективности работы используемых в отрасли СА различных типов.

3. Характеристики силовых агрегатов

Регулировочные, нагрузочные, скоростные, детонационные характеристики. Экологические характеристики и характеристики на неустановившихся режимах.

4. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма (КШМ)

Перемещение, скорость, ускорение поршня. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ.

5. Уравновешивание поршневых ДВС. Равномерность хода двигателя.

Принципы уравновешивания центробежных сил инерции и их моментов для плоских и пространственных коленчатых валов. Принципы уравновешивания сил инерции (и их моментов) возвратно-поступательно движущихся масс. Анализ уравновешенности и уравновешивание двигателей с линейным расположением цилиндров и V-образных двигателей. Технологическая неуравновешенность ДВС. Неравномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя.

6. Основы конструирования и особенности расчета механизмов, деталей и систем силовых агрегатов

Основные конструктивные решения, принципиальные компоновочные схемы силовых агрегатов ТИТМО отрасли различных типов. Основы конструирования и расчета основных деталей, механизмов и систем двигателя

Вопросы для контроля теоретической части УЭМ 2:

- 1 Классификация тепловых двигателей и двигателей внутреннего сгорания, терминология
- 2 Термодинамический и действительный цикл четырехтактного двигателя с искровым зажиганием, индикаторная диаграмма
- 3 Термодинамический и действительный цикл четырехтактного дизельного двигателя, индикаторная диаграмма
- 4 Автомобильные топлива, элементный состав, октановое и цетановое числа

- 5 Полное окисление (сгорание) топлива. Коэффициент избытка воздуха
- 6 Состав и количество свежего заряда и продуктов сгорания при $\alpha < 1$ и $\alpha > 1$. Коэффициенты молекулярного изменения
- 7 Процессы газообмена. Фазы газораспределения и управление этими фазами
- 8 Параметры в конце впуска и их расчет
- 9 Коэффициент наполнения. Влияние различных факторов на коэффициент наполнения
- 10 Процесс сжатия. Определение параметров в конце сжатия
- 11 Основные понятия и закономерности горения
- 12 Смесеобразование в двигателях с искровым зажиганием (образование гомогенной смеси и расслоенного заряда)
- 13 Фазы процесса сгорания в двигателях с искровым зажиганием. Коэффициент активного тепловыделения
- 14 Нарушения процесса сгорания в двигателях с искровым зажиганием
- 15 Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях
- 16 Смесеобразование и тепловыделение в дизелях
- 17 Фазы сгорания в дизелях по индикаторным диаграммам
- 18 Термодинамические соотношения в процессе сгорания
- 19 Процесс расширения, расчет параметров в конце расширения
- 20 Индикаторные показатели двигателей
- 21 Механические потери и механический КПД
- 22 Эффективные и оценочные показатели двигателей
- 23 Термические нагрузки на детали и тепловой баланс двигателей
- 24 Системы впрыскивания бензина
- 25 Карбюраторные системы
- 26 Применение газообразного топлива. Системы питания сжиженным и сжатым газом
- 27 Топливные системы дизелей
- 28 Характеристики топливоподачи в дизелях и их корректирование
- 29 Системы наддува
- 30 Мощностные, экономические и экологические показатели работы двигателей, причины их изменения
- 31 Нормирование токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием
- 32 Нормирование токсичности и дымности отработавших газов дизелей
- 33 Регулировочная характеристика по составу смеси двигателя с искровым зажиганием в зависимости от условий эксплуатации
- 34 Регулировочная характеристика по углу опережения зажигания двигателя с искровым зажиганием в зависимости от условий эксплуатации
- 35 Нагрузочная характеристика двигателя с искровым зажиганием в зависимости от условий эксплуатации
- 36 Нагрузочная характеристика дизельного двигателя в зависимости от условий эксплуатации
- 37 Скоростная характеристика двигателя с искровым зажиганием в зависимости от условий эксплуатации
- 38 Внешняя скоростная характеристика дизеля в зависимости от условий эксплуатации
- 39 Требования к двигателям и их системам с учетом условий эксплуатации
- 40 Автоматическое регулирование частоты вращения дизелей
- 41 Электронное управление двигателем с искровым зажиганием
- 42 Кинематика кривошипно-шатунного механизма
- 43 Силы инерции движущихся масс КШМ
- 44 Силовые нагрузки. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ
- 45 Суммарный крутящий момент многоцилиндрового двигателя
- 46 Силовые факторы, вызывающие неуравновешенность поршневого двигателя

- 47 Принципы уравнивания центробежных сил инерции и их моментов (уравнивание плоских коленчатых валов)
- 48 Принципы уравнивания пространственных коленчатых валов
- 49 принципы уравнивания сил инерции масс, движущихся возвратно-поступательно
- 50 Анализ уравнивания одноцилиндрового двигателя
- 51 Анализ уравнивания двухцилиндровых ДВС с линейным расположением цилиндров
- 52 Анализ уравнивания четырехцилиндровых ДВС с линейным расположением цилиндров
- 53 Анализ уравнивания двухцилиндрового ДВС с V-образным расположением цилиндров с углом развала 90°
- 54 Анализ уравнивания 8-ми цилиндрового ДВС с V-образным расположением цилиндров с углом развала 90°
- 55 Неравномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя
- 56 Расчетные режимы ДВС. Особенности расчета на прочность с учетом переменных нагрузок
- 57 Особенности расчета деталей цилиндрической группы
- 58 Особенности расчета деталей поршневой группы
- 59 Особенности расчета деталей шатунной группы
- 60 Особенности расчета коленчатого вала
- 61 Конструктивный обзор механизмов газораспределения. Системы управления законами подъема клапанов
- 62 Особенности проектирования механизма газораспределения
- 63 Особенности проектирования системы смазки
- 64 Особенности проектирования системы охлаждения
- 65 Требования к двигателям и их системам с учетом условий эксплуатации
66. Модернизация ДВС для применения альтернативных видов топлива
67. Принципы выбора типа ДВС для транспортных средств
68. Компонентные схемы ДВС

Пример экзаменационного билета

Министерство образования и науки РФ
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Одобрено на заседании кафедры «Автомобильный транспорт» «__»_____201 г. Протокол №	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5 Силовые агрегаты ТИТМО Нарп.23.03.03. Курс3, семестр 5	УТВЕРЖДАЮ Заведующий КАТ _____ А.Н. Чадин
--	---	--

1. Параметр состояния температура как мера нагретости тела и показатель направления передачи теплоты
2. Полное окисление (сгорание) топлива. Коэффициент избытка воздуха
3. Особенности проектирования системы охлаждения

Доцент КАТ _____ А.В. Капустин

Методические рекомендации по практическим занятиям УЭМ 2:

Силовые агрегаты. [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям. /сост. А.В. Капустин, НовГУ.–Великий Новгород, 2012.– 9 с. - Режим доступа: <http://www.novsu.bibliotech.ru>.

Примеры заданий

1. Определить состав рабочего тела для двигателя с искровым зажиганием (ДсИЗ) при работе на бензине заданного элементного состава при коэффициентах избытка воздуха (α) от 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3.

2. Определить состав рабочего тела для двигателя с искровым зажиганием (ДсИЗ) при работе на этаноле (этиловый спирт) при коэффициентах избытка воздуха (α) от 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3.

3. Положение кривошипа $\varphi=20^\circ$ ПКВ, характеристика КШМ – $\lambda=0,26$; диаметр цилиндра – $D=100$ мм; частота вращения $n=5800$ об./мин; $S/D=1$; масса поршневого комплекта – 950 г; масса шатуна – 1500 г; термодинамическое давление в цилиндре – 5,6 Мпа. Определить суммарную силу, нормальную и тангенциальную силы, а так же силы, направленные по шатуну и по кривошипу.

4. Определить значения неуравновешенности, вызываемых силами инерции возвратно-поступательно движущихся масс, четырехцилиндрового поршневого линейного дизельного двигателя при скорости 2000 об/мин и углах поворота $\varphi=0^\circ$ ПКВ; $\varphi=90^\circ$ ПКВ; $\varphi=180^\circ$ ПКВ. Массы поршневого и шатунного комплектов принять по статистическим данным дизеля с диаметром цилиндра 100 мм. Отношение радиуса кривошипа к длине шатуна принять 0,27.

5. Положение кривошипа $\varphi=20^\circ$ ПКВ, характеристика КШМ – $\lambda=0,26$; диаметр цилиндра – $D=100$ мм; частота вращения $n=5800$ об./мин; $S/D=1$; масса поршневого комплекта – 950 г; масса шатуна – 1500 г; термодинамическое давление в цилиндре – 5,6 Мпа. Выполнить расчеты:

- 1) на износостойкость юбки поршня и поршневого пальца (бобышек поршня).
- 2) На статическую прочность при изгибе поршневого пальца.

Методические рекомендации по лабораторным работам УЭМ 2:

Автомобильные двигатели. [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам/авт-сост. А.В.Капустин – Великий Новгород. 2011.–56 с. - Режим доступа: <http://www.novsu.bibliotech.ru>

Методические рекомендации по СРС и курсовому проекту УЭМ 2:

1. Автомобильные двигатели. Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов / авт. М.Г. Шатров [и др.] ; под ред. М.Г. Шатрова. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2014. – 254, [2] с. : ил. – (Высшее образование, Транспорт) (Бакалавриат). – Библиогр.: с. 253. – Прил.: с. 159-252. –ISBN 978-5-4468-0407-8: (в пер.) : 728.64.

2. Автомобильные двигатели. Часть 1. Тепловой расчет поршневого ДВС. [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовому проекту/сост. А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ.–Великий Новгород, 2011.–39 с. - Режим доступа: <http://www.novsu.bibliotech.ru>.

3. Автомобильные двигатели. Часть 2. Кинематика и динамика поршневого ДВС. [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовому проекту/сост. А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ.–Великий Новгород, 2011.–33 с. - Режим доступа: <http://www.novsu.bibliotech.ru>.

3. Силовые агрегаты: основы конструирования и расчета основных деталей и систем поршневого двигателя: метод. указания к курсовому проекту / авт.-сост.: А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014. – 39 с. - Режим доступа: <http://www.novsu.bibliotech.ru>.

Форма задания и календарного плана на КП

Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Политехнический институт
Кафедра автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий КАТ
_____ А.Н. Чадин
« ____ » _____ 201 г.

ЗАДАНИЕ
на курсовой проект по дисциплине
"Силовые агрегаты ТиТТМО»

Студенту группы _____

Ф.И.О. _____

Тема проекта:
Расчет и конструирование автомобильного двигателя

Исходные данные для расчета:

Номинальная мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Степень сжатия	Коэффициент избытка воздуха
$N_e =$	$n_e =$	$\varepsilon =$	$\alpha =$

Объем работы:

В пояснительной записке разработать следующие вопросы (см. (1)):

1. Введение.
2. Тепловой расчет
3. Кинематика, динамика двигателя
4. Уравновешивание двигателя
5. Расчет деталей двигателя
6. Расчет систем двигателя
7. Заключение

В графической части разработать

1. Динамический анализ двигателя (индикаторная диаграмма в $p-V$ и $p-\phi$ координатах; силы инерции возвратно-поступательно-движущихся масс; суммарная сила; сила, направленная по шатуну; нормальная сила; тангенциальная сила; сила, направленная по кривошипу, суммарный крутящий момент).

2. Сборочный чертеж двигателя:

а) поперечный разрез двигателя в масштабе 1:1 (формат А1)

б) продольный разрез двигателя в масштабе 1:1 (формат А1)

Рекомендуемая литература:

1. Автомобильные двигатели. Часть 1. Тепловой расчет поршневого ДВС. Методические указания к курсовому проекту/сост. А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ.– Великий Новгород, 2011.–39 с.

2. Автомобильные двигатели. Часть 2. Кинематика и динамика поршневого ДВС. Методические указания к курсовому проекту/сост. А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ.– Великий Новгород, 2011.–33 с.

3. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : Учеб.пособие для вузов, обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение". - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 495,[1]с. : ил. - Библиогр.:с.493.

Дата выдачи задания:

Срок сдачи законченного проекта:

Руководитель проектирования:

С заданием на КП и календарным планом работ ознакомлен

Студент:

А.В.Капустин

« ____ » _____ 201

_____ (ФИО)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения курсового проекта по дисциплине
«Силовые агрегаты ТнТТМО»

20__ г.

гр. _____

Номер недели	Дата	Задание
1-2		Выдача задания на КП, общие пояснения по его выполнению
3-4		Расчет процесса впуска, сжатия
5-6		Расчет процессов сгорания, расширения, индикаторных и эффективных показателей ДВС
7-8		Определение размеров цилиндра и двигателя (литраж ДВС), тепловой баланс двигателя
9-10		Расчет и построение графиков перемещения, скорости и ускорения поршня
11-12		Динамический анализ ДВС
13-14		Поперечный разрез ДВС
15-16		Продольный разрез ДВС
17-18		Представление оформленного проекта

Зав. кафедрой АТ

_____ А.Н. Чадин
«_____» _____ г.

Приложение Б
(обязательное)
Технологическая карта

учебного модуля «Силовые агрегаты ТиТТМО»
семестр – 5, ЗЕТ – 6, вид аттестации – экзамен, акад. часов - 216, баллов рейтинга – 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак.час					СРС, КП	Форма текущего контроля успе- (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
УЭМ 1 Теплотехника:									
1.Введение. Предмет теплотехники. Связь курса с общенаучными, общинженерными и специальными дисциплинами. Основные понятия и определения. Теплота и температура. Применение теплоты в отрасли. Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния. Газовые смеси. Теплота, работа - функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия как функции состояния рабочего тела. Первый закон термодинамики.	1-2	3	-	4	1	4	Собеседование по ЛР. ИДЗ 1	14	
2.Термодинамические процессы идеальных газов. Второй закон термодинамики. Прямые и обратные циклы. Тепловой двигатель. Цикл Карно. Термический КПД.	2-3	3	-	2	1	4	Собеседование по ЛР ИДЗ 1	16	
3. Компрессоры и ДВС. Виды и назначения компрессоров. Работа, затрачиваемая на привод одноступенчатого поршневого компрессора. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Изотермический и адиабатный КПД компрессора. Многоступенчатое сжатие. Теоретическая индикаторная диаграмма компрессора и её изображение в координатах P-V и T-s. Отводимая теплота. Мощность привода компрессора. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Циклы Отто, Дизеля, Тринклера. Сравнение термических КПД циклов ДВС. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Термический КПД цикла. Методы повышения термического КПД ГТУ.	3 - 4	3	-	4	1	12	Собеседование по ЛР Контрольная работа	20	
4 Основные сведения теории теплообмена. Способы передачи теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение. Температурное поле. Тепловой поток. Передача теплоты теплопроводностью через стенку. Основные понятия конвективного теплообмена и передачи теплоты излучением. Теплообменные устройства.	4 - 6	5	-	4	1	6	Собеседование по ЛР ИДЗ 2	20	
5. Топливо и основы горения. Виды и характеристики топлив. Теплогенерирующие устройства. Охрана окружающей среды.	7-8	2	-	2	1	4	Собеседование по ЛР	16	
6. Основы энергосбережения Понятие о теплообеспечении предприятий автомобильного транспорта. Вторичные энергоресурсы. Основные направления экономии энергоресурсов.	7 -8	2	-	2	1	6	Собеседование по ЛР	14	
Итого:		18	-	18	6	36		100	

УЭМ 2 Силовые агрегаты:								
1. Содержание и объем курса, порядок чтения лекций, проведения практических занятий и выполнения лабораторных работ. Выдача заданий на курсовой проект (КП). Требования к КП. Рекомендованная литература и работа с ней.	8	2	-	-	-	1	-	-
2. Рабочие процессы силовых агрегатов. Эффективные и оценочные показатели работы. Принципы работы, рабочие процессы силовых агрегатов СА) ТиТМО отрасли. Оценочные показатели эффективности работы используемых в отрасли СА различных типов.	8 - 10	8	2	2	2	10	Собеседование по ЛР Собеседование по КП	30
3. Характеристики силовых агрегатов Регулировочные, нагрузочные, скоростные, детонационные характеристики. Экологические характеристики и характеристики на неустановившихся режимах.	11-14	2	-	16	2	10	Собеседование по ЛР	30
4. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма (КШМ) Перемещение, скорость, ускорение поршня. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ.	14-15	5	2	-	3	11	Собеседование по КП	30
5. Уравновешивание поршневых ДВС. Равномерность хода двигателя. Принципы уравновешивания центробежных сил инерции и их моментов для плоских и пространственных коленчатых валов. Принципы уравновешивания сил инерции (и их моментов) возвратно-поступательно движущихся масс. Анализ уравновешенности и уравновешивание двигателей с линейным расположением цилиндров и V-образных двигателей. Технологическая неуравновешенность ДВС. Неравномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя.	16-17	5	3	-	3	10	Собеседование по КП	30
6. Основы конструирования и особенности расчета механизмов, деталей и систем силовых агрегатов Основные конструктивные решения, принципиальные компоновочные схемы силовых агрегатов ТиТМО отрасли различных типов. Основы конструирования и расчета основных деталей, механизмов и систем двигателя	17-18	5	2	-	2	12	Собеседование по КП	30
Итого:		27	9	18	12	54		150
Аттестация:								
Экзамен						36	Экзаменационные билеты	50
Итого:		27	9	18	12			
Итого:		45	9	36	18	126		300

(Трудоемкость разделов УМ не должна быть, как правило, меньше двух академических часов)

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

- (оценка «удовлетворительно») – 50 - 69 % от 150 – 207

- (оценка «хорошо») – 70 - 89 % от 208 – 267

- (оценка «отлично») – 90 - 100 % от 268 – 300

Приложение В

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения Учебного модуля «Силовые агрегаты ТиТТМО»

Направление (специальность): **23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень бакалавриат)**

Формы обучения: очная / заочная

Курс **3** Семестр **5**

Часов: всего – **216**, лекций – **45**, практ. зан. – **9**, лаб. раб. – **36**, СРС и виды индивидуальной работы (курсовой проект) – **126**.

Обеспечивающая кафедра «Автомобильный транспорт»

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
УЭМ 1 «Теплотехника»		
Учебники и учебные пособия:		
1. Круглов Г. А., Булгакова Р.И. Теплотехника:учеб. пособие для вузов-СПб.:Лань,2010.-207с.	15	-
2. Луканин В.Н., Шатров М.Г. Теплотехника:учеб. для вузов-М.:Высшая школа,2008.-671с.	1	-
Учебно-методические издания:		
1. Методические указания «Виртуальная лаборатория по технической термодинамике и теплопередаче»/ Сост. Кузнецов Б.Ф., Тарантова Г.Д, Майоров В.А. – Великий Новгород, НовГУ, 2012 - 52с	-	http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.k.sort.spec/i.6991/?spec=140104.65&showfolder=7614
УЭМ 2 «Силовые агрегаты»		
Учебники и учебные пособия:		
1. Автомобильные двигатели : учеб.для вузов / авт. М.Г.Шатров [и др.] ; под ред. М.Г. Шатрова. – 3-е изд., испр. и доп. - М.: Академия,2013. – 461, [2] с. : ил. – (Высшее профессиональное образование, Транспорт) (Бакалавриат). – Библиогр.: с.458. – ISBN 978-5-4468-0186-2 : (в пер.) : 586.41.	5	-
2. Автомобильные двигатели. Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов / авт. М.Г. Шатров [и др.] ; под ред. М.Г. Шатрова. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2014. – 254, [2] с. : ил. – (Высшее образование, Транспорт) (Бакалавриат). – Библиогр.: с. 253. – Прил.: с. 159-252. –ISBN 978-5-4468-0407-8: (в пер.) : 728.64.	5	-

Учебно-методические издания:		
1. Автомобили и двигатели: Автомобильные двигатели. ПЭВМ. [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам/авт.-сост. А.В.Капустин – Великий Новгород. 2011.–56 с. - Режим доступа: http://www.novsu.bibliotech.ru	10	http://www.novsu.bibliotech.ru
2. Автомобильные двигатели. Часть 1. Тепловой расчет поршневого ДВС. [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовому проекту/сост. А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ.–Великий Новгород, 2011.–39 с. - Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1062	10	https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1062
3. Автомобильные двигатели. Часть 2. Кинематика и динамика поршневого ДВС. [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовому проекту/сост. А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ.–Великий Новгород, 2011.– 33 с. - https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1061	10	https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1061
4. Силовые агрегаты. [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям. /сост. А.В. Капустин, НовГУ.–Великий Новгород, 2012.– 9 с. - Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1060	1	https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1060
5. Силовые агрегаты: основы конструирования и расчета основных деталей и систем поршневого двигателя: метод. указания к курсовому проекту / авт.-сост.: А.В. Капустин, Н.Н. Заводов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014. – 39 с. - Режим доступа: http://www.novsu.bibliotech.ru .	10	http://www.novsu.bibliotech.ru .

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Двигатели внутреннего сгорания: теории, моделирование и расчет процессов	http://team-rs.ru/images/tarticlesdoc/5/DVS_teoriy_modelir_i_raschet_processov1.pdf	-
Устройство и теория внутреннего сгорания	avto--profi.ru/structure-of-car/engine/detail/?...d...	-
Орлин А.С. - ДВС. Теория поршневых и комбинированных двигателей	autoscience.ru/...teorija_porshnevykh...dvigatelej...96	-
Основы теории поршневых двигателей	aviacclub.ru/uploads/media/M14P_engine.pdf	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Двигатели внутреннего сгорания. Кн.1 : Теория рабочих процессов : Учеб. для вузов: В 3 кн. / Под ред.: В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. - 2005. - 478, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 476.	44	
2. Двигатели внутреннего сгорания. Кн.2 : Динамика и конструирование : Учеб. для вузов: В 3 кн. / Под ред.: В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. - 2005. - 399, с. : ил. - Библиогр.: с. 396.	42	
3. Двигатели внутреннего сгорания. Кн.3 : Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС : Учеб. для вузов: В 3 кн. / Под ред.: В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. - 2005. - 413, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 410.	44	
4. Колчин А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов, обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение". - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2008. - 495, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 493.	15	
5. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : Учеб. пособие для вузов, обуч. по спец. "Автомобиле- и тракторостроение". - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2003. - 495, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 493.	20	

Действительно для учебного года _____ / _____

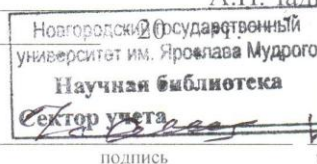
Зав. кафедрой А.И. Чадин Чадин А.И.

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой _____ А.Н. Чадин

СОГЛАСОВАНО
НБ НовГУ:

И. Библиот.
должность



подпись

Калинина Н.А.
расшифровка