



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ А.О. Михайлова

«29» июня 2022 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Энергетические установки транспортно-технологических машин

направление подготовки/специальность 15.03.03 Прикладная механика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2022

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются изучение конструкции силовых агрегатов транспортных и технологических машин, автомобилей и тракторов, их основных механизмов и систем, формирование знаний и умений выполнения расчета и проектирования основных механизмов и систем силовых агрегатов транспортных и технологических машин с учетом условий эксплуатации.

Задачами освоения дисциплины являются приобретения знаний, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности в качестве специалиста по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» и специализации – «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование».

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-1 Способен разрабатывать конструкцию наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов с учетом современных технологий изготовления, сборки и законодательных требований	ПК-1.3 Проводит оценку принципов работы и условий эксплуатации проектируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов	<b>знает</b> конструкцию энергетических установок <b>умеет</b> использовать экспериментальные методы оценки работы энергетических установок <b>владеет навыками</b> основами расчета технико-экономических параметров основных и вспомогательных энергетических установок
ПК-2 Способен разрабатывать сертификационную документацию на проектируемую наземную транспортно-технологическую машину и (или) ее компоненты	ПК-2.1 Проводит оценку сертификационных требований к наземной транспортно-технологической машине и (или) ее компонентам	<b>знает</b> типы и общие характеристики энергетических установок <b>умеет</b> использовать основные положения расчета параметров работ энергетических установок <b>владеет навыками</b> принципами проведения испытаний и настройки энергетических установок

## 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.11 основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Физика	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5
2	Химия	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5
3	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
4	Сопротивление материалов	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-2.3
5	Теория механизмов и машин	ОПК-4.2, ОПК-5.3

Для изучения дисциплины обучающиеся должны:

**Знать:** основные конструктивные решения энергетических установок транспортных средств, принцип работы, технические характеристики энергетических установок транспортных средств, способы и методы испытаний энергетических установок транспортных средств, основные принципиальные компоновочные схемы энергетических установок

транспортных средств, конструктивные материалы, применяемые при изготовлении ДВС, нормативную базу эксплуатации транспортной техники

**Уметь:** выбирать материалы для разработки элементов энергетических установок транспортных машин, принцип работы, технические характеристики энергетических

установок транспортных средств, в составе коллектива исполнять различные виды испытаний систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов, определять возможность модернизации элементов энергетических установок транспортных машин с учетом влияния внешних факторов, проводить сравнительный анализ проектируемых элементов энергетических установок транспортных машин, определять причины и последствия прекращения работоспособности энергетических установок транспортных средств

**Владеть:** основными методами проектирования элементов энергетических установок транспортных машин, культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения, методами обработки

информации, полученной при испытании ДВС, программными продуктами, предназначенными для проектирования элементов энергетических установок транспортных машин, программными продуктами, предназначенными для оценки проектируемых элементов

энергетических установок транспортных машин, методиками рациональной эксплуатации энергетических установок транспортных средств

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
----------	------------------------	---

1	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК- 5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК- 7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-9.1, ОПК- 9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10, ПК-1.11, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5, ПК-6.6, ПК-6.7, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, ПК-7.4, ПК-7.5, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3, ПК-8.4, ПК-8.5, ПК-8.6, ПК-8.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6, ПК(Ц)-2.1, ПК(Ц)-2.2, ПК(Ц)-2.3,
---	--	--

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			6	7
<b>Контактная работа</b>	96		32	64
Лекционные занятия (Лек)	48	0	16	32
Практические занятия (Пр)	48	0	16	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,5			0,5

консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1			1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25			0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	30,75		4	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	87,75		36	51,75
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	216		72	144
<b>зачетные единицы:</b>	6		2	4

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

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. 1. Основы работы двигателей внутреннего сгорания										
1.1.	Принципы работы, условия и показатели ДВС	6	6		6				12	24	ПК-1.3, ПК-2.1
1.2.	Кинематика и динамика КШМ	6	4		4				14	22	ПК-1.3, ПК-2.1
1.3.	Характеристики двигателей	6	6		6				10	22	ПК-1.3, ПК-2.1
2.	2 раздел. Контроль										
2.1.	Зачет	6								4	ПК-1.3, ПК-2.1
3.	3 раздел. 2. Системы и механизмы двигателей внутреннего сгорания										
3.1.	Кривошипно-шатунный механизм	7	6		6				10	22	ПК-1.3, ПК-2.1
3.2.	Механизм газораспределения	7	4		6				8	18	ПК-1.3, ПК-2.1
3.3.	Система охлаждения	7	4		6				8	18	ПК-1.3, ПК-2.1
3.4.	Смазочная система	7	6		3				10	19	ПК-1.3, ПК-2.1
3.5.	Системы питания дизелей	7	6		6				8	20	ПК-1.3, ПК-2.1
3.6.	Системы питания двигателей с искровым зажиганием	7	6		5				7,75	18,75	ПК-1.3, ПК-2.1

4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Курсовая работа	7							1,25	ПК-1.3, ПК-2.1	
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Экзамен	7							27	ПК-1.3, ПК-2.1	

#### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Принципы работы, условия и показатели ДВС	<p>Принципы работы, условия и показатели ДВС</p> <p>Классификация двигателей (типы двигателей в зависимости от питания – бензиновые, дизельные, паровые, электрически и т.д.). Теоретические циклы. Реакции сгорания топлив (процессы, происходящие при сгорании топлива в третьем также – рабочий ход). Действительные циклы. Двигатель с искровым зажиганием (принцип работы зажигания, отличия от двигателя, не использующего искровое зажигание). Общие сведения. Впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск. Дизель (принцип работы, характерные недостатки и плюсы дизельных двигателей). Двухтактный двигатель (принцип работы, недостатки и плюсы, современное использование двухтактных двигателей). Энергетический баланс и показатели ДВС. Литровая мощность и методы форсирования ДВС. Понятие о характеристиках и эксплуатационных режимах работы ДВС (требования, предъявляемые при эксплуатации двигателя на различных режимах).</p>									
2	Кинематика и динамика КШМ	<p>Кинематика и динамика КШМ</p> <p>Назначение, типы, параметры КШМ (виды двигателей в зависимости от типа КШМ, его количества). Кинематика кривошипа коленчатого вала. Кинематика шатуна. Силы давления газов (распределение газов в камере сгорания в третьем такте – рабочий ход). Силы инерции движущихся масс. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ. Суммарный крутящий момент двигателя. Влияние конструктивных и режимных факторов на параметры ДВС.</p>									
3	Характеристики двигателей	<p>Характеристики двигателей</p> <p>Характеристики автомобильного двигателя (показатели характеристик бензинового и дизельного двигателя при нагрузочных режимах). Нагрузочная характеристика дизеля (плюсы и недостатки). Нагрузочные характеристики карбюраторного двигателя (плюсы и недостатки).</p> <p>Регулировочная характеристика дизеля по углу опережения впрыскивания. Регулировочная характеристика карбюраторного двигателя по углу опережения зажигания. Регулировочная характеристика карбюраторного двигателя по составу смеси. Регуляторная характеристика дизеля. Внешняя скоростная характеристика карбюраторного двигателя. Диаграмма давления и объема бензинового и дизельного двигателя (с наддувом и без наддува).</p>									
5	Кривошипно-шатунный механизм	<p>Кривошипно-шатунный механизм</p> <p>Цилиндровая группа и картеры. Конструкция блоков и картеров (способ изготовления и используемые материалы). Силовые схемы. Конструктивные решения по повышению жесткости. Сухие и мокрые гильзы цилиндров (особенности использования, недостатки</p>									

		и плюсы). Варианты крепления и фиксации крышки коренных подшипников, их возможные дефекты. Условия работы и требования к головкам цилиндров. Конструкция камеры сгорания (разновидности камер сгорания бензинового и дизельного двигателя). Тепловое состояние элементов головки цилиндров. Уплотнение газового стыка (прокладки, их ресурс, материал изготовления). Элементы поршневой группы. Поршень, поршневой палец, поршневые кольца (способ изготовления и материалы). Условия работы, требования и конструкция шатуна. Расчет элементов шатунной группы. Условия работы и требования к конструкции группы коленчатого вала. Кривошип, носок, хвостовик, подшипники коленчатого вала (разновидности, способы изготовления и материалы).
6	Механизм газораспределения	Механизм газораспределения Назначение, требования к механизму газораспределения (принцип работы, способ изготовления и используемые материалы). Процессы газообмена. Количество и расположение распределительных валов. Варианты привода РВ. Конструкция РВ. Двухклапанный механизм (плюсы и минусы). Многоклапанный механизм. Элементы привода клапанов (виды привода клапанов – недостатки и плюсы). Управление процессами газообмена.
7	Система охлаждения	Система охлаждения Назначение, требования к системе охлаждения. Общее устройство системы. Охлаждающие жидкости. Работа системы охлаждения. Основные соотношения и параметры, определяющие систему охлаждения. Тепловая эффективность радиаторов. Конструкция и принципы работы элементов системы. Кавитационный срыв работы жидкостного тракта. Методы исследования теплового состояния двигателей. Мероприятия по снижению тепловой напряженности деталей. Проектирование системы охлаждения.
8	Смазочная система	Смазочная система Состав и структура смазочной системы. Очистка масла. Регулирование температуры масла. Охлаждение поршней. Управление параметрами системы с помощью клапанов. Способы подачи масла к подшипникам коленчатого вала. Способы хранения масла.
9	Системы питания дизелей	Системы питания дизелей Возможные технические решения систем питания дизелей. Конструкция топливной системы разделительного типа. Рабочие процессы в линии высокого давления. Изменение цикловой подачи топлива. Скоростные характеристики топливоподачи. Типы ТНВД. Нагнетательный клапан, привод плунжера ТНВД, дозирование топлива. Управление форсунками дизеля. Тип распылителя, крепление форсунки. Датчики и исполнительные механизмы дизельных двигателей. Основные неисправности.
10	Системы питания двигателей с искровым зажиганием	Системы питания двигателей с искровым зажиганием Механические системы питания двигателей с искровым зажиганием. Электронные системы. Управление наполнением цилиндров зарядом воздуха. Рециркуляция отработавших газов. Подача топлива. Топливный насос. Регулятор давления топлива. Виды впрыскивания топлива. Основные неисправности двигателей с искровым зажиганием, способы диагностики. Датчики и исполнительные механизмы двигателей с искровым зажиганием

### 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Принципы работы, условия и показатели ДВС	Принципы работы, условия и показатели ДВС
2	Кинематика и динамика КШМ	Кинематика и динамика КШМ
3	Характеристики двигателей	Характеристики двигателей
5	Кривошипно-шатунный механизм	Кривошипно-шатунный механизм
6	Механизм газораспределения	Механизм газораспределения
7	Система охлаждения	Система охлаждения
8	Смазочная система	Смазочная система
9	Системы питания дизелей	Системы питания дизелей
10	Системы питания двигателей с искровым зажиганием	Системы питания двигателей с искровым зажиганием

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Принципы работы, условия и показатели ДВС	Принципы работы, условия и показатели ДВС Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
2	Кинематика и динамика КШМ	Кинематика и динамика КШМ Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
3	Характеристики двигателей	Характеристики двигателей Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
5	Кривошипно-шатунный механизм	Кривошипно-шатунный механизм Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
6	Механизм газораспределения	Механизм газораспределения Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
7	Система охлаждения	Система охлаждения Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
8	Смазочная система	Смазочная система Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
9	Системы питания дизелей	Системы питания дизелей Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач
10	Системы питания двигателей с искровым зажиганием	Системы питания двигателей с искровым зажиганием Изучение лекционного материала занятия, выполнение задач



## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Методическое обеспечение дисциплины в среде дистанционного обучения Moodle:

<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1324>

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Принципы работы, условия и показатели ДВС	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
2	Кинематика и динамика КШМ	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
3	Характеристики двигателей	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
4	Зачет	ПК-1.3, ПК-2.1	
5	Кривошипно-шатунный механизм	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
6	Механизм газораспределения	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
7	Система охлаждения	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
8	Смазочная система	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
9	Системы питания дизелей	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
10	Системы питания двигателей с искровым зажиганием	ПК-1.3, ПК-2.1	Устный опрос, проверка практических работ
11	Курсовая работа	ПК-1.3, ПК-2.1	

12	Экзамен	ПК-1.3, ПК-2.1	
----	---------	----------------	--

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Устный опрос по темам занятий (для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК 2.1 , ПК 1.3 (знания и умения)

1. Описать политропный процесс.
2. Рассказать про действительные циклы ДВС.
3. Описать принцип работы дизельного ДВС.
4. Описать принцип работы бензинового ДВС.

Примеры задач (для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК 2.1 , ПК 1.3 (практические навыки)

1. Двигатель работает с  $\alpha = 0,85$ . ЭХС топлива:  $C = 0,855$ ,  $H = 0,145$ ,  $O = 0$ . Определить потери теплоты из-за неполного сгорания топлива.

2 Известно:  $S = 75$  мм,  $S/D = 1$ ,  $n = 4000$  мин-1,  $\alpha = 0,8$ ,  $i = 4$ ,  $\tau = 4$ ,  $\eta_i = 0,35$ . Рассчитать эффективную мощность двигателя.

3 Двигатель работает при  $n = 3500$  мин-1,  $\varepsilon = 7,5$ . Оценить параметры состояния рабочего тела в конце процесса сжатия.

4 Как изменяется крутящий момент двигателя постоянной мощности при работе по скоростной характеристике? Почему?

5 Какой фактор оказывает наибольшее влияние на величину коэффициента наполнения в ДсВнешСм? Почему?

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
---------------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Классификация ДВС. Основные термины и определения.
2. Особенности подачи и впрыска топлива в ДВС, работающих на лёгком топливе.
3. Термодинамические процессы.
4. Работа и её свойства.
5. Термодинамические циклы. Цикл при постоянном объёме.
6. Изобразить и пояснить параметры обобщённого теоретического цикла (цикла Сабатэ).
7. Эффективные показатели двигателя цикла Отто.
8. Термодинамические циклы. Цикл при постоянной температуре.
9. Эффективные показатели двигателя цикла Дизеля.
10. Адиабатический процесс
11. Изобразить и пояснить графически зависимость между степенью сжатия, давлением сжатия, температурой сжатия.
12. Политропный процесс.
13. Изобразить и пояснить теоретический цикл с наддувом.
14. 2-й закон термодинамики.
15. . Изобразить и пояснить диаграмму процесса газообмена.
16. Теоретические циклы ДВС. Обобщённый теоретический цикл.
17. Изобразить и пояснить процесс сжатия.
18. Теоретические циклы ДВС. Цикл Отто.
19. Эффективные показатели двигателя. Критические явления процесса горения. Факторы, определяющие критические явления.
20. Теоретические циклы ДВС. Цикл Дизеля.
21. Изобразить индикаторную работу ДВС.
22. Исследование теоретических циклов. Работа, давление, КПД.
23. Пояснить способ построения индикаторной диаграммы по методу Брауэра.
24. Качественный состав горючей смеси. Коэффициент избытка воздуха.
25. Состав и свойства топлива. Понятие о рабочем теле.
26. Изобразить ИД двухтактного ДВС и пояснить особенности.
27. Действительные циклы ДВС. Определение параметров процесса впуска.
28. Действительные циклы ДВС. Процесс сжатия. Основные параметры процесса сжатия.
29. Действительные циклы ДВС. Термодинамический расчёт параметров рабочего тела.
30. Действительные циклы ДВС. Особенности процесса сжатия дизельных и двухтактных ДВС.
31. Действительные циклы ДВС. Процесс сгорания ДВС, работающих на лёгком топливе. Фазы процесса и их анализ по развёрнутой индикаторной диаграмме.
32. Действительные циклы ДВС. Критические явления при сгорании. Детонация.
33. Действительные циклы ДВС. Процесс сгорания в дизельных ДВС. Фазы процесса и их анализ по развёрнутой индикаторной диаграмме.
34. Действительные циклы ДВС. Процесс сгорания. Расчёт и значение параметров рабочего тела.
35. Действительные циклы ДВС. Процесс расширения и выпуска. Термодинамический расчёт параметров РТ.
36. Действительные циклы ДВС. Характер и особенности протекания. Построение диаграммы.
37. Изобразить и пояснить диаграмму процесса газообмена.
38. Записать зависимость для определения индикаторной мощности и провести анализ её составляющей.
39. Перечислить факторы и пояснить их влияние на индикаторные показатели дизельных ДВС.
40. Механические потери, их составляющие и значения.
41. Перечислить факторы и пояснить их влияние на индикаторные показатели бензиновых ДВС.
42. Механические потери, их составляющие и значения.
43. Действительные циклы ДВС. Индикаторные показатели цикла.
44. Действительные циклы ДВС. Анализ индикаторных показателей.

45. Эффективные показатели двигателя. КПД и экономичность.
46. Эффективные показатели двигателя. Мощность и давление.
47. Назовите виды КШМ, применяемых в ДВС.
48. Что называется безразмерным кинематическим параметром КШМ.
49. Чем отличается дизаксиальный КШМ от центрального.
50. Силы, действующие в центральном КШМ двигателя.
51. Сила давления газов.
52. Сила инерции и опрокидывающий момент.
53. Неравномерность и равномерность крутящего момента и хода двигателя.
54. Внутренняя и внешняя неуравновешенность двигателя.
55. Полная уравновешенность ДВС.
56. Оценка работоспособности ДВС.
57. Расчётные режимы нагрузки.
58. Назвать основные требования к впускному тракту ДВС.
59. Организация газообмена для четырёхтактных и двухтактных ДВС.
60. Назвать влияние различных факторов на пуск карбюраторных двигателей и дизельных.
61. Изобразить и пояснить работу простейшего карбюратора.
62. Перечислить и дать назначение дополнительных устройств карбюратора.
63. Изобразить зависимость расхода топлива и воздуха.
64. Распыление топлива. Форсунки.
65. Регулирование частоты вращения кулачкового вала.
66. Наддув. Особенности работы ДВС.
67. Особенности подачи и впрыска топлива в ДВС, работающих на лёгком топливе.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примеры задач на практических занятиях:

1. Восьмицилиндровый четырехтактный ДсВнутрСм КамАЗ-740Н при частоте вращения коленчатого вала 2600 мин<sup>-1</sup> имеет следующие параметры наддува: давление наддува  $p_k = 0,158$  МПа, температура наддувочного воздуха

$t_k = 98$  0С, расход воздуха через двигатель  $G_B = 0,297$  кг/с. Конструктивные параметры двигателя: диаметр цилиндра 120 мм, ход поршня 120 мм. Определить величину коэффициента наполнения  $\eta_v$ .

2. Безнаддувный шестицилиндровый ДсВнутрСм ЯМЗ-236 имеет расход воздуха 745 кг/ч при частоте вращения коленчатого вала 2100 мин<sup>-1</sup>. Диаметр цилиндра 130 мм, ход поршня 140 мм, объем камеры сгорания  $V_C = 0,00012$  м<sup>3</sup>. Средние за цикл значения давление и температура отработавших газов составляют:  $p_g = 0,12$  МПа,  $t_g = 700$  0С. Определить величину коэффициента остаточных газов.

3. Частота вращения коленчатого вала ДсВнешСм равна 5600 мин<sup>-1</sup>, а степень сжатия  $\varepsilon = 9,9$ . Определить численное значение параметров состояния рабочего тела в конце такта сжатия

4. ДсВнутрСм со степенью сжатия  $\varepsilon = 15$  работает при частоте вращения коленчатого вала  $n = 2000$  мин<sup>-1</sup>. Определить величину максимального давления рабочего цикла, если известно, что степень повышения давления  $\lambda = 2$ .

5. ДсВнешСм со степенью сжатия  $\varepsilon = 9,9$  работает при частоте вращения коленчатого вала 5600 мин<sup>-1</sup>. Определить величину максимального давления цикла и давление рабочего тела в конце такта расширения.

Остальные виды практических заданий по дисциплине можно найти по ссылке на Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1324>

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Тема курсовой работы - расчет двигателя внутреннего сгорания

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля

приведена в п. 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. В билет включено два теоретических вопроса и практический, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по билету отводится 30 минут.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	---	--	--	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Яманин А. И., Жуков В. А., Барышников С. О., Динамика поршневых двигателей внутреннего сгорания, Санкт-Петербург: Лань, 2020	ЭБС
2	Костенко А. В., Петров А. В., Степанова Е. А., Матвиенко С. А., Лукичев А. В., Автомобиль. Устройство. Автомобильные двигатели, Санкт-Петербург: Лань, 2020	ЭБС
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Гусаров В. В., Динамика двигателей: уравнивание поршневых двигателей, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/446387">https://urait.ru/bcode/446387</a>
2	Шевченко А. Ф., Шевченко Л. Г., Проектирование асинхронных двигателей, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020	ЭБС



Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Методические материалы по предмету на moodle.spbgasu.ru	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1324">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1324</a>
Перечень интернет-ресурсов представлен на официальном сайте СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Informacionnye_resursy/">http://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Informacionnye_resursy/</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Информационно-правовая система Гарант	\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

Microsoft Visio 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
----------------------	---

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Учебная лаборатория	Учебный стенд для изучения принципа работы датчиков и исполнительных механизмов в системах управления, функционированием агрегатов Т и ТТМ, Натурный учебный стенд современного бензинового двигателя с программой настройки параметров, снятия характеристик, задания неисправностей, их диагностирования и устранения. Блок моделирования неисправностей, Диагностический прибор CL500 с программным обеспечением, Диагностический аппарат EXXOTESTOBDEX, Натурный учебный стенд современного дизельного двигателя с программой настройки параметров, снятия характеристик, задания неисправностей, их диагностирования и устранения. Учебный стенд по изучению принципа работы, снятия характеристик и диагностирования климатизационных установок ТТМ, Учебный стенд для изучения антиблокировочной системы колес АТС с программируемой дорожной ситуацией, возможностью снятия характеристик, моделирования неисправностей и диагностирования системы
32. Учебная лаборатория	Анализатор жидкости, Гидротестер, Гидростекд, Стенд для моделирования рабочих процессов в пневмо- приводе тормозной системы
32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

<p>32. Учебная лаборатория</p>	<p>Учебный стенд электрооборудования автомобиля с возможностью изучения мультиплексных сетей CAN высокой скорости, CAN низкой скорости и LIN, Учебный стенд для изучения принципа работы датчиков и исполнительных механизмов в системах управления функционированием агрегатов Т и ТТМ, Комплект испытательных блоков электрооборудования Т и ТТМ, Комплект испытательных блоков электроосвещения и световой сигнализации Т и ТТМ, Учебный стенд для изучения впрыска бензинового топлива, снятия характеристик, задания неисправностей и диагностирования современного бензинового двигателя. Диагностический прибор CL500 с программным обеспечением, Диагностический аппарат EXXOTEST OBD EX, Учебный стенд для изучения принципа работы, снятия характеристик, задания неисправностей и диагностирования современного дизельного двигателя, Учебный стенд для изучения принципа работы роботизированной коробки передач Sensodrive с программой задания режимов работы, введения неисправностей и их диагностирования</p> <p>Учебный стенд для изучения антиблокировочной системы колес АТС с программируемой дорожной ситуацией, возможностью снятия характеристик, моделирования неисправностей и диагностирования</p>
<p>32. Учебная лаборатория</p>	<p>Учебный стенд для изучения принципа работы датчиков и исполнительных механизмов в системах управления, функционированием агрегатов Т и ТТМ, Натурный учебный стенд современного бензинового двигателя с программой настройки параметров, снятия характеристик, задания неисправностей, их диагностирования и устранения.</p> <p>Блок моделирования неисправностей, Диагностический прибор CL500 с программным обеспечением, Диагностический аппарат EXXOTEST OBD EX, Натурный учебный стенд современного дизельного двигателя с программой настройки параметров, снятия характеристик, задания неисправностей, их диагностирования и устранения.</p> <p>Учебный стенд по изучению принципа работы, снятия характеристик и диагностирования климатизационных установок ТТМ, Учебный стенд для изучения антиблокировочной системы колес АТС с программируемой дорожной ситуацией, возможностью снятия характеристик, моделирования неисправностей и диагностирования системы</p>

32. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 № 729).

Программу составил:

ст. препод., к.т.н. Литвин Роман Андреевич

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин 31.03.2021, протокол № 16

Заведующий кафедрой д.т.н., проф. С.А. Евтюков

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета 21.04.2021, протокол № 5.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин