

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Автомобильное отделение



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ
Ахметов Н.Д.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Основы теории и динамики двигателей внутреннего сгорания

Специальность: 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили

Квалификация выпускника: инженер

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Хлюпин В.Б. (Кафедра автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна, Автомобильное отделение), VBHljupin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПСК-1.2	способностью проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов
ПСК-1.5	способностью использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов
ПСК-1.9	способностью осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных автомобилей и тракторов и их технологического оборудования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов
использование прикладных программ расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов
осуществление контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных автомобилей и тракторов и их технологического оборудования

Должен уметь:

проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов
использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов
осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных автомобилей и тракторов и их технологического оборудования

Должен владеть:

навыками проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования автомобилей и тракторов
навыками использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем автомобилей и тракторов
навыками осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных автомобилей и тракторов и их технологического оборудования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.13 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства (Автомобили)" и относится к обязательным дисциплинам.
Осваивается на 4, 5 курсах в 8, 9 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 84 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 132 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре; экзамен в 9 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Тепловые двигатели, их классификация. Двигатели внутреннего сгорания, их общее устройство и принципы работы.	8	3	4	8	14
2.	Тема 2. Рабочие тела и их свойства. Рабочие процессы в двигателе. Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели.	8	2	2	4	14
3.	Тема 3. Поршневые и комбинированные ДВС.	8	6	4	4	16
4.	Тема 4. Виды КШМ. Схемы КШМ. Кинематика аксиального КШМ	8	5	6	0	16
5.	Тема 5. Динамика КШМ	9	5	4	0	16
6.	Тема 6. Силы действующие в КШМ	9	4	4	0	24
7.	Тема 7. Механизмы двигателей	9	4	4	0	16
8.	Тема 8. Системы двигателей.	9	5	6	0	16
	Итого		34	34	16	132

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Тепловые двигатели, их классификация. Двигатели внутреннего сгорания, их общее устройство и принципы работы.

Аксиальный КШМ. Перемещение, скорость и ускорение шатуна. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

Тема 2. Рабочие тела и их свойства. Рабочие процессы в двигателе. Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели.

Кинематика аксиального механизма. Перемещение, скорость и ускорение шатуна. Кинематика деааксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

Тема 3. Поршневые и комбинированные ДВС.

Кинематика деааксиального механизма. Перемещение, скорость и ускорение шатуна. Кинематика деааксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

Тема 4. Виды КШМ. Схемы КШМ. Кинематика аксиального КШМ

Крутильная система коленчатого вала различных типов ДВС. Расчет крутильных колебаний. Приведение крутильной системы коленчатого вала к "эквивалентной" условия приведения. Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных колебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Колебания при наличии демпфирования.

Определение напряжений при крутильных колебаниях. Демпферы крутильных колебаний

Тема 5. Динамика КШМ

Динамика КШМ. Связь кинематики и динамики. Перемещение, скорость и ускорение шатуна. Расчетная схема, действия сил в КШМ. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

Тема 6. Силы действующие в КШМ

Схема нагружения силами КШМ. Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс. Силы инерции КШМ. Суммарные силы давления газов и инерции. Силы, действующие в КШМ. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа. Нагрузки на коренные шейки.

Тема 7. Механизмы двигателей

Условия уравновешенности двигателей. Силы инерции 1-го и 2-го порядка, моменты от сил инерции 1-го и 2-го порядка, уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс - схема Ланчестера. Уравновешивание 2-х цилиндрических двигателей. Уравновешивание 3-х цилиндрического двигателя. Уравновешивание 4-х, 6-ти, 8-ми цилиндрических двигателей. Влияние динамической уравновешенности на нагруженность коренных подшипников. Определение размеров противовесов.

Тема 8. Системы двигателей.

Уравновешивание 2, 3, 4, 5, 6, 8 цилиндрических ДВС. Схема нагружения силами КШМ. Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс. Уравновешивание 4-х, 6-ти, 8-ми цилиндрических двигателей. Влияние динамической уравновешенности на нагруженность коренных подшипников. Определение размеров противовесов..

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 8			
	Текущий контроль		
1	Отчет	ПСК-1.2 , ПСК-1.9 , ПСК-1.5	1. Введение. Тепловые двигатели, их классификация. Двигатели внутреннего сгорания, их общее устройство и принципы работы.
2	Письменная работа	ПСК-1.2 , ПСК-1.5 , ПСК-1.9	2. Рабочие тела и их свойства. Рабочие процессы в двигателе. Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели. 3. Поршневые и комбинированные ДВС.
3	Контрольная работа	ПСК-1.2 , ПСК-1.5 , ПСК-1.9	4. Виды КШМ. Схемы КШМ. Кинематика аксиального КШМ
	Экзамен	ПСК-1.2, ПСК-1.5, ПСК-1.9	
Семестр 9			
	Текущий контроль		
1	Отчет	ПСК-1.9 , ПСК-1.5 , ПСК-1.2	5. Динамика КШМ

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Письменная работа	ПСК-1.9 , ПСК-1.5 , ПСК-1.2	6. Силы действующие в КШМ 7. Механизмы двигателей
3	Контрольная работа	ПСК-1.9	8. Системы двигателей.
	Экзамен	ПСК-1.2, ПСК-1.5, ПСК-1.9	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 8					
Текущий контроль					
Отчет	Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Использoваны надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован средний уровень владения материалом. Использoваны надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Использoванные источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Использoванные источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
Семестр 9					
Текущий контроль					
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 8

Текущий контроль

1. Отчет

Тема 1

Введение. Предмет и задачи дисциплины. История развития теории рабочих процессов ДВС и роль отечественной науки в ее создании и развитии. Классификация двигателей по способу осуществления рабочего цикла.

Термодинамические основы действительных рабочих процессов и циклов. Параметры и процессы термодинамических циклов. Показатели эффективности термодинамических циклов. Качественный и количественный анализ циклов. Термодинамический разомкнутый цикл: процессы, параметры и показатели эффективности. Роль термодинамических циклов как прообраза действительных циклов комбинированных двигателей. Принципы распределения работы между поршневой и лопаточной частями комбинированного двигателя.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при $V=\text{const}$ (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при $p=\text{const}$ (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.

2. Письменная работа

Темы 2, 3

Процесс сжатия. Роль процесса сжатия. Отличие процессов сжатия в действительном и термодинамическом циклах. Значение степени сжатия в различных двигателях. Физико-химические процессы сжатия в рабочем теле в процессе сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела со стенками цилиндра на процесс сжатия. Показатель условной политропы сжатия, его изменение по ходу поршня. Среднее значение политропы сжатия и его зависимость от конструктивных и режимных факторов. Организация движения заряда в цилиндре в процессе сжатия. Особенности сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания. Параметры рабочего тела в процессе сжатия. Двигатели с регулируемым процессом сжатия.

Вопросы:

1. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
2. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
3. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физв, фz, pz, Tz, dp/dφ и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
4. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
5. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.

3. Контрольная работа

Тема 4

Основные определения и постановка задачи по кинематике КШМ. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры. Вывод приближенных уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня. 1-ый и 2-ой порядок кинематических параметров. Изучение и эскизирование схем расположения цилиндров ДВС. Изучение и эскизирование деталей цилиндро-поршневой группы ДВС. Изучение и эскизирование деталей кривошипно-шатунного механизма ДВС.

Вопросы:

1. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа.
2. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.
3. Вывод приближенных уравнений перемещения скорости и ускорения поршня. 1-ый и 2-ой порядок кинематических параметров.
4. Кинематика дезаксиального КШМ. Расчетная схема.
5. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота коленчатого вала. Сравнительный анализ аксиального и дезаксиального механизмов.
6. Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя. Условия равновесия. Момент сил внешнего сопротивления.
7. Вывод уравнения степени неравномерности хода двигателя в функции избыточной работы крутящего момента.
8. Влияние приведенного момента инерции двигателя и числа цилиндров на его равномерность хода, приемистость и условия пуска.
9. Расчет маховика автомобильного двигателя из условия трогания автомобиля с места. Основные допущения и реальный режим включения сцепления.
10. Силы инерции 1-го и 2-го порядка, уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс - схема Ланчестера.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

1. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа.

2. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.
3. Вывод приближенных уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня. 1-ый и 2-ой порядок кинематических параметров.
4. Кинематика дезаксиального КШМ. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота коленчатого вала. Сравнительный анализ аксиального и дезаксиального механизмов.
5. Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система.
6. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе.
7. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс.
8. Силы инерции КШМ.
9. Суммарные силы давления газов и инерции.
10. Силы, действующие в КШМ.
11. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа.
12. Нагрузки на коренные шейки. Набегающие крутящие моменты и крутящий момент двигателя.
13. Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя. Условия равновесия. Момент сил внешнего сопротивления.
14. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери.
15. Колебания при наличии демпфирования.
16. Определение напряжений при крутильных колебаниях.
17. Демпферы крутильных колебаний.

Семестр 9

Текущий контроль

1. Отчет

Тема 5

Динамика КШМ рассматривает приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс.

Вопросы:

1. Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система.
2. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе.
3. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс.
4. Силы инерции КШМ.
5. Суммарные силы давления газов и инерции.

2. Письменная работа

Темы 6, 7

Силы инерции КШМ. Суммарные силы давления газов и инерции. Силы, действующие в КШМ. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа. Нагрузки на коренные шейки. Набегающие крутящие моменты и крутящий момент двигателя.

Вопросы:

1. Силы, действующие в КШМ.
2. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа.
3. Нагрузки на коренные шейки. Набегающие крутящие моменты и крутящий момент двигателя.
4. Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя. Условия равновесия. Момент сил внешнего сопротивления.
5. Условия уравновешенности ДВС.

3. Контрольная работа

Тема 8

Общая компоновка систем и механизмов. Системы смазки, охлаждения, топливные, пуска, наддува. Перспективы развития силовых агрегатов автомобилей.

Вопросы:

1. Экологические показатели ДВС.
2. Система пуска.
3. Кинематика ДВС.
4. Система смазки.
5. Силы действующие в кривошипно-шатунном механизме ДВС.
6. Система охлаждения.
7. Цетановое число.
8. Кривошипно-шатунный механизм. Условия работы, детали КШМ.
9. Газораспределительный механизм. Условия работы, детали ГРМ.
10. Механизмы приводы вспомогательных агрегатов.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Классификация ДВС.
2. Действительные циклы ДВС: общие положения.
3. Дизельное топливо. Основные характеристики.
4. Бензин. Основные характеристики.
5. Действительные циклы ДВС: четырехтактный цикл.
6. Механические потери.
7. Общие свойства топлив для ДВС.
8. Основные показатели 4-х тактного рабочего цикла.
9. Основные показатели 2-х тактного рабочего цикла.
10. Процесс сжатия.
11. Процесс выпуска.
12. Процесс расширения.
13. Процессы смесеобразования в дизеле.
14. Процесс впуска.
15. Термодинамические циклы ДВС. Общие положения.
16. Распыливание дизельного топлива.
17. Действительные циклы ДВС: двухтактный цикл.
18. Индикаторные показатели. Среднее индикаторное давление.
19. Термодинамический цикл двигателя с изобарным наддувом.
20. Октановое число.
21. Внешняя скоростная характеристика ДВС.
22. Процесс сгорания.
23. Влияние различных факторов на распыливание дизельного топлива.
24. Система питания с распределенным впрыском топлива.
25. Экологические показатели ДВС.
26. Система пуска.
27. Кинематика ДВС.
28. Система смазки.
29. Силы действующие в кривошипно-шатунном механизме ДВС.
30. Система охлаждения.
31. Цетановое число.
32. Кривошипно-шатунный механизм. Условия работы, детали КШМ.
33. Газораспределительный механизм. Условия работы, детали ГРМ.
34. Механизмы приводы вспомогательных агрегатов.
35. Динамический наддув в ДВС. Принцип работы.
36. Газотурбинный наддув в ДВС. Принцип работы.
37. Приводной нагнетатель. Принцип работы.
38. Система охлаждения двигателя. Описание, принцип работы.
39. Система смазки двигателя. Описание, принцип работы.
40. Системы пуска двигателей.
41. Системы впуска и выпуска.
42. Экологические стандарты в ДВС.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 8			
Текущий контроль			
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 9			
Текущий контроль			
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журнал "Двигателестроение" - <http://rdiesel.ru/DVIGATELESTROYENIYE/DVS.html>

Технический журнал "Автомобильная промышленность" -
http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya_promyshlennost/

Технический журнал "Вестник машиностроения" - www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
практические занятия	Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные оценки. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным занятиям Вам может понадобиться материал, изучавшийся ранее, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям). Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные оценки. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
самостоятельная работа	В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.

Вид работ	Методические рекомендации
отчет	<p>При выполнении отчета следует выделить заинтересовавшие Вас темы, проблемы и сгруппировать материал вокруг них. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана.</p> <p>Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
письменная работа	<p>Перед письменной работой обучающимся должна быть проведена предварительная подготовка. Он должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомиться с содержанием работы; - повторить теоретический материал, относящийся к данной работе; - уяснить цели и задачи, поставленные в работе; - определить последовательность выполнения работы; - подготовить необходимые для оформления письменного отчета сведения: номер работы, тему и цель работы, порядок выполнения и необходимые рисунки и таблицы. <p>Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
контрольная работа	<p>Для выполнения контрольной работы, студенту необходимо повторить теоретический материал, относящийся к данной работе, понять цели и задачи, поставленные в работе; определить последовательность выполнения работы; подготовить необходимые для оформления контрольной работы сведения: номер работы, тему и цель работы, порядок выполнения, необходимые рисунки и таблицы.</p> <p>Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
экзамен	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. На черновике, выданном для подготовки к ответу желательно записать свою фамилию, число и группу. Также не следует бояться дополнительных вопросов. Они свидетельствуют не о стремлении помешать студенту отвечать, а о наличии каких-либо недочетов в ответе, которые необходимо устранить, чтобы получить положительную, или более высокую оценку. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 23.05.01 "Наземные транспортно-технологические средства" и специализации "Автомобили".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.13 Основы теории и динамики двигателей
внутреннего сгорания*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили

Квалификация выпускника: инженер

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Никишин В.Н. Прикладная теория колебаний в автомобиле- и двигателестроении: учебное пособие / В.Н. Никишин; ФГБОУ 'Кам. Гос. инж.-экон. акад.' - Набережные Челны: Изд-во Камской гос. инж.-экон. акад., 2012 г. - 324 с. - Текст: непосредственный. (каф.А,АДиД 100 экз)
2. Павленко А. П. Аналитические и численные методы прочностного анализа и проектирования автомобильных конструкций: учебное пособие для вузов / А. П. Павленко, В. Н. Никишин ; Казанский федеральный ун-т, Набережночелнинский ин-т .-Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2015 .- 130 с. - Текст: непосредственный. (каф. А,АДиД 100 экз.)
3. Гоц А. Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учебное пособие / А.Н. Гоц - 3-е изд., испр. и доп - Москва :Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 384 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-91134-951-6. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/474612>
4. Конструирование двигателей внутреннего сгорания : учебник / Н. Д. Чайнов, Н. А. Иващенко, А. Н. Краснокутский, Л. Л. Мягков. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2011. - 496 с. - ISBN 978-5-94275-575-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/65697>

Дополнительная литература:

1. Клещин Э. В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания/ Э. В. Клещин, В. П. Гилета. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 256 с.: ISBN 978-5-7782-1335-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/549067>
2. Румянцев В. В. Регулирование турбокомпрессоров автомобильных двигателей / В. В. Румянцев, С. В. Тиунов, Р. Л. Биктимиров . Набережные Челны : Изд-во Камской инж.-эконом. акад., 2010 . 214 с. : ил. - Текст: непосредственный. (кафедра А,АДиД, 100 экз.)
3. Никишин В. Н. Подшипники скольжения в автомобиле- и двигателестроении: учебное пособие / В. Н. Никишин, К. Г. Белоконов, С. В. Сибиряков ; Камская гос. инж.-экон. акад. ; под ред. В. Н. Никишина . - Набережные Челны : Изд-во Камской инж.-эконом. акад., 2012. - Текст: непосредственный. (кафедра А,АДиД, 100 экз.)

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.13 Основы теории и динамики двигателей
внутреннего сгорания

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Автомобили

Квалификация выпускника: инженер

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.