

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 горения

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## 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
ОПК-3	способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках
ПК-5	способностью участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
ПК-9	готовностью разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках  
 расчетные и экспериментальные исследования, проводить обработку и анализ результатов  
 разработку и применение энергоэффективных машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

Должен уметь:

демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках  
 участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов  
 разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

Должен владеть:

навыками демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках  
 навыками участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов  
 навыками разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.12 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.03 "Энергетическое машиностроение (Двигатели внутреннего сгорания)" и относится к обязательным дисциплинам.  
 Осваивается на 4 курсе в 7, 8 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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 94 часа(ов), в том числе лекции - 38 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 56 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 59 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 63 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре; экзамен в 8 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.	7	2	0	8	4
2.	Тема 2. Краткие сведения химической кинетики.	7	4	0	8	4
3.	Тема 3. Процессы воспламенения.	7	6	0	8	4
4.	Тема 4. Распространение пламени.	7	6	0	12	6
5.	Тема 5. Детонация.	8	2	0	4	8
6.	Тема 6. Горение неоднородных смесей	8	4	0	4	8
7.	Тема 7. Процессы воспламенения и сгорания в двигателях легкого топлива.	8	4	0	4	8
8.	Тема 8. Процессы воспламенения и сгорания в дизелях.	8	6	0	4	9
9.	Тема 9. Образование токсичных веществ при сгорании в ДВС	8	4	0	4	8
	Итого		38	0	56	59

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Введение.

Основы теории горения. Классификация разновидностей горения. Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс. Порядок реакции. Влияние давления на скорость реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Экспоненциальный закон Аррениуса. Цепные реакции. Скорость цепных реакций.

###### Тема 2. Краткие сведения химической кинетики.

Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс. Порядок реакции. Влияние давления на скорость реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Экспоненциальный закон Аррениуса. Цепные реакции. Скорость цепных реакций.

Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс. Порядок реакции. Влияние давления на скорость реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Экспоненциальный закон Аррениуса. Цепные реакции. Скорость цепных реакций.

###### Тема 3. Процессы воспламенения.

Самовоспламенение однородных смесей. Теория теплового взрыва. Критические условия самовоспламенения. Самовоспламенение при нагревании смеси быстрым сжатием. Зависимость задержек холодного пламени и горячего взрыва от температуры и давления. Развитие самовоспламенения. Воспламенение распыленных жидких топлив. Задержки воспламенения. Влияние задержек воспламенения на характер последующего сгорания распыленных топлив. Воспламенение накаливаемыми поверхностями. Кинетические и физические особенности воспламенения накаливаемыми поверхностями. Воспламенение электрической искрой. Критические условия.

###### Тема 4. Распространение пламени.

Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени. Концентрационные пределы воспламеняемости. Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени. Концентрационные пределы воспламеняемости.

###### Тема 5. Детонация.

Основы теории ударных и детонационных волн. Развитие реакции во фронте детонационной

волны. Особенности детонации в условиях двигателя/Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени. Концентрационные пределы воспламеняемости.

#### **Тема 6. Горение неоднородных смесей**

Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива. Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени. Концентрационные пределы воспламеняемости.

#### **Тема 7. Процессы воспламенения и сгорания в двигателях легкого топлива.**

Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания. Фазы сгорания. Характеристики активного тепловыделения. Октановое число. Нарушения в процессе сгорания. Детонационное сгорание. Влияние различных факторов на детонацию в ДВС. Калильное зажигание от нагара (КЗН). Калильное зажигание от перегретых поверхностей (КЗП). Склонность различных топлив к КЗ. Характеристики свечей зажигания.

#### **Тема 8. Процессы воспламенения и сгорания в дизелях.**

Цетановое число. Камеры сгорания (КС) дизелей. Анализ конструкции КС. Особенности сгорания. Фазы сгорания. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с открытыми, полуразделенными и разделенными камерами сгорания. Преимущества и недостатки дизельного процесса. Цетановое число. Камеры сгорания (КС) дизелей. Анализ конструкции КС. Особенности сгорания. Фазы сгорания. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с открытыми, полуразделенными и разделенными камерами сгорания. Преимущества и недостатки дизельного процесса.

#### **Тема 9. Образование токсичных веществ при сгорании в ДВС**

Особенности образования отдельных токсичных компонентов при сгорании в ДВС. Пути улучшения процессов сгорания в ДВС и уменьшения их токсичности.

Цетановое число. Камеры сгорания (КС) дизелей. Анализ конструкции КС. Особенности сгорания. Фазы сгорания. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с открытыми, полуразделенными и разделенными камерами сгорания. Преимущества и недостатки дизельного процесса.

### **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
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-9 , ОПК-3 , ПК-5	1. Введение. 3. Процессы воспламенения.
2	Лабораторные работы	ПК-5	2. Краткие сведения химической кинетики.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Отчет	ПК-5	4. Распространение пламени.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-3, ПК-5, ПК-9	
<b>Семестр 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-9, ПК-5	6. Горение неоднородных смесей
2	Письменная работа	ПК-5, ПК-9	7. Процессы воспламенения и сгорания в двигателях легкого топлива. 8. Процессы воспламенения и сгорания в дизелях.
3	Отчет	ПК-9, ПК-5	9. Образование токсичных веществ при сгорании в ДВС
	<b>Экзамен</b>	ОПК-3, ПК-5, ПК-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.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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 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.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
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.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	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.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	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 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.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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.	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 7**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Темы 1, 3

Основы теории горения. Классификация разновидностей горения.

Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс. Порядок реакции.

Влияние давления на скорость реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции.

Экспоненциальный закон Аррениуса. Цепные реакции. Скорость цепных реакций.

Вопросы:

1. Классификация разновидностей горения
2. Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс.
3. Порядок реакции. Влияние давления на скорость реакции.
4. Влияние температуры на скорость химической реакции.
5. Экспоненциальный закон Аррениуса. Цепные реакции.

**2. Лабораторные работы**

Тема 2

Самовоспламенение однородных смесей. Теория теплового взрыва. Критические условия самовоспламенения. Самовоспламенение при нагревании смеси быстрым сжатием. Зависимость задержек холодного пламени и горячего взрыва от температуры и давления. Развитие самовоспламенения. Воспламенение распыленных жидких топлив. Задержки воспламенения.

Вопросы:

1. Основы теории ударных и детонационных волн. Развитие реакции во фронте детонационной волны. Особенности детонации в условиях двигателя.

2. Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива.

3. Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания. Фазы сгорания.

Характеристики активного тепловыделения.

4. Классификация разновидностей горения

5. Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс.

6. Порядок реакции. Влияние давления на скорость реакции.

7. Влияние температуры на скорость химической реакции.

### 3. Отчет

Тема 4

Виды распространения пламени. Диффузионно-цепное. Тепловое распространение пламени. Горячие пламена. Холодные пламена. Ламинарное распространение. Турбулентное распространение.

Вопросы:

1. Воспламенение распыленных жидких топлив. Задержки воспламенения. Влияние задержек воспламенения на характер последующего сгорания распыленных топлив.

2. Воспламенение накаливаемыми поверхностями. Кинетические и физические особенности воспламенения накаливаемыми поверхностями.

3. Воспламенение электрической искрой. Критические условия.

4. Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени.

5. Концентрационные пределы воспламеняемости.

6. Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива.

7. Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания. Фазы сгорания.

Характеристики активного тепловыделения.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Классификация разновидностей горения

2. Скорость химической реакции. Законы формальной кинетики. Закон действующих масс.

3. Порядок реакции. Влияние давления на скорость реакции.

4. Влияние температуры на скорость химической реакции.

5. Экспоненциальный закон Аррениуса. Цепные реакции.

6. Скорость цепных реакций

7. Самовоспламенение однородных смесей. Теория теплового взрыва. Критические условия самовоспламенения.

8. Самовоспламенение при нагревании смеси быстрым сжатием. Зависимость задержек холодного пламени и горячего взрыва от температуры и давления. Развитие самовоспламенения.

9. Воспламенение распыленных жидких топлив. Задержки воспламенения. Влияние задержек воспламенения на характер последующего сгорания распыленных топлив.

10. Воспламенение накаливаемыми поверхностями. Кинетические и физические особенности воспламенения накаливаемыми поверхностями.

11. Воспламенение электрической искрой. Критические условия.

12. Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени.

13. Концентрационные пределы воспламеняемости.

14. Основы теории ударных и детонационных волн. Развитие реакции во фронте детонационной волны. Особенности детонации в условиях двигателя.

15. Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива.

16. Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания. Фазы сгорания.

Характеристики активного тепловыделения.

17. Нарушения в процессе сгорания. Детонационное сгорание.

18. Влияние различных факторов на детонацию в ДВС. Калильное зажигание от нагара (КЗН).

19. Влияние различных факторов на детонацию в ДВС. Калильное зажигание от перегретых поверхностей (КЗП).

20. Склонность различных топлив к КЗ. Характеристики свечей зажигания.

### Семестр 8

## Текущий контроль

### 1. Лабораторные работы

#### Тема 6

Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива.

Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания.

Особенности образования отдельных токсичных компонентов при сгорании в ДВС.

1. Расчет скорости химической реакции в зависимости от температуры
2. Расчет интенсивности турбулентного обмена при турбулентном горении
3. Определение теплоты сгорания жидких, твердых и газообразных топлив.
4. Подсчет объема воздуха, необходимого для сжигания топлива.
5. Подсчет продуктов сгорания, образующихся в процессе горения топлив.
6. Расчет пределов воспламеняемости различных видов газообразного топлива.
7. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с открытыми, камерами сгорания.
8. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с полуразделенными и разделенными камерами сгорания
9. Преимущества и недостатки дизельного процесса.
10. Особенности образования отдельных токсичных компонентов при сгорании в ДВС. Пути улучшения процессов сгорания в ДВС и уменьшения их токсичности

### 2. Письменная работа

#### Темы 7, 8

Камеры сгорания дизелей и их влияние на процессы воспламенения и сгорания. Цетановое число. Камеры сгорания (КС) дизелей. Анализ конструкции КС. Особенности сгорания. Фазы сгорания. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с открытыми, полуразделенными и разделенными камерами сгорания. Преимущества и недостатки дизельного процесса. Организация воспламенения в различных типах камер сгорания: разделенных, полуразделенных, неразделенных камерах сгорания.

Вопросы:

1. Типы камер сгорания дизелей.
2. Камера типа Гессельман.
3. Камера типа ЯМЗ.
4. Вихревая камера сгорания.
5. Различия между разделенными и неразделенными камерами сгорания.

### 3. Отчет

#### Тема 9

Особенности образования отдельных токсичных компонентов при сгорании в ДВС. Пути улучшения процессов сгорания в ДВС и уменьшения их токсичности.

Вопросы:

1. Воспламенение электрической искрой. Критические условия.
2. Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени.
3. Концентрационные пределы воспламеняемости.
4. Основы теории ударных и детонационных волн. Развитие реакции во фронте детонационной волны.

Особенности детонации в условиях двигателя.

5. Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива.

6. Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания. Фазы сгорания.

Характеристики активного тепловыделения.

7. Нарушения в процессе сгорания. Детонационное сгорание.
8. Самовоспламенение при нагревании смеси быстрым сжатием. Зависимость задержек холодного пламени и горячего взрыва от температуры и давления. Развитие самовоспламенения.
9. Воспламенение распыленных жидких топлив. Задержки воспламенения. Влияние задержек воспламенения на характер последующего сгорания распыленных топлив.
10. Воспламенение накаливаемыми поверхностями. Кинетические и физические особенности воспламенения накаливаемыми поверхностями.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Расчет скорости химической реакции в зависимости от температуры
2. Расчет интенсивности турбулентного обмена при турбулентном горении
3. Определение теплоты сгорания жидких, твердых и газообразных топлив.
4. Подсчет объема воздуха, необходимого для сжигания топлива.
5. Подсчет продуктов сгорания, образующихся в процессе горения топлив.
6. Расчет пределов воспламеняемости различных видов газообразного топлива.
7. Определение температур горения топлив ( $t_{max}$ ,  $t_{кал}$ ,  $t_{расч}$ ,  $t_{теор}$ )

8. Самовоспламенение при нагревании смеси быстрым сжатием. Зависимость задержек холодного пламени и горячего взрыва от температуры и давления. Развитие самовоспламенения.
9. Воспламенение распыленных жидких топлив. Задержки воспламенения. Влияние задержек воспламенения на характер последующего сгорания распыленных топлив.
10. Воспламенение нагретыми поверхностями. Кинетические и физические особенности воспламенения нагретыми поверхностями.
11. Воспламенение электрической искрой. Критические условия.
12. Ламинарное и турбулентное горение. Тепловая теория распространения пламени. Влияние различных факторов на скорость распространения пламени.
13. Концентрационные пределы воспламеняемости.
14. Основы теории ударных и детонационных волн. Развитие реакции во фронте детонационной волны. Особенности детонации в условиях двигателя.
15. Диффузионное горение неоднородных смесей. Горение капель распыленного жидкого топлива.
16. Нормальное сгорание в ДВС легкого топлива. Особенности сгорания. Фазы сгорания. Характеристики активного тепловыделения.
17. Нарушения в процессе сгорания. Детонационное сгорание.
18. Влияние различных факторов на детонацию в ДВС. Калильное зажигание от нагара (КЗН).
19. Влияние различных факторов на детонацию в ДВС. Калильное зажигание от перегретых поверхностей (КЗП).
20. Склонность различных топлив к КЗ. Характеристики свечей зажигания.
21. Цетановое число. Камеры сгорания (КС) дизелей. Анализ конструкции КС. Особенности сгорания. Фазы сгорания.
22. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с открытыми, камерами сгорания.
23. Особенности воспламенения и сгорания в дизелях с полуразделенными и разделенными камерами сгорания
24. Преимущества и недостатки дизельного процесса.
25. Особенности образования отдельных токсичных компонентов при сгорании в ДВС. Пути улучшения процессов сгорания в ДВС и уменьшения их токсичности

#### **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
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	20
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	20

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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.	3	10
<b>Экзамен</b>	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
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
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
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.	3	10
<b>Экзамен</b>	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" - [www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya\\_promyshlennost](http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya_promyshlennost)

Технический журнал "Вестник машиностроения" - [www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya](http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>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.</p>
лабораторные работы	<p>При подготовке к лабораторным занятиям Вам может понадобиться материал, изучавшийся ранее, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).</p> <p>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.</p>
самостоятельная работа	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью.</p> <p>Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы.</p> <p>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"> <li>- ознакомиться с содержанием работы;</li> <li>- повторить теоретический материал, относящийся к данной работе;</li> <li>- уяснить цели и задачи, поставленные в работе;</li> <li>- определить последовательность выполнения работы;</li> <li>- подготовить необходимые для оформления письменного отчета сведения: номер работы, тему и цель работы, порядок выполнения и необходимые рисунки и таблицы.</li> </ul> <p>Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
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>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	При подготовке к экзамену 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, скорее всего, о наличии каких-либо недочетов в ответе, которые необходимо устранить, чтобы получить положительную, или более высокую оценку. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.

#### **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.

Компьютерный класс.

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 направлению 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" и профилю подготовки "Двигатели внутреннего сгорания".

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1. Девисиллов В. А. Теория горения и взрыва : учебник / В. А. Девисиллов, Т.И. Дроздова, А.И. Скушников. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 262 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102465-2. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/701725>
2. Шапров М. Н. Теория горения и взрыв: учебное пособие / М. Н. Шапров. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. - 92 с. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/634919>
3. Чернов К. В. Основы теории горения: курс лекций для студентов специальности 14050165 - 'Двигатели внутреннего сгорания'/ К. В.Чернов, В. В. Румянцев, В. Г. Кадышев. - Набережные Челны: ИНЭКА, 2007. - 150с. - Текст: непосредственный. (каф. А,АДиД 100 экз.)

**Дополнительная литература:**

1. Сазонов В. Г. Основы теории горения и взрыва : учебное пособие / В. Г. Сазонов. - Москва : МГАВТ, 2012. - 168 с. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/420467>
2. Кудинов А. А. Горение органического топлива: учебное пособие / А.А. Кудинов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009439-7. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/441989>
3. Адамян В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие / В. Л. Адамян. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 116 с. - ISBN 978-5-8114-3136-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/109508>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.12 Основы теории горения

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

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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 книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также 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.