



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**

Факультет энергетики и электроники

Кафедра «Тепловые двигатели»



**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель приемной комиссии,  
ректор БГТУ

О.Н. Федонин

2021 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания**

**для поступающих в аспирантуру на направление подготовки**


**13.06.01 – Электро- и теплотехника,**

**направленность (профиль) «Тепловые двигатели»**

Брянск 2021


Программа вступительного испытания для поступающих в аспирантуру на направление подготовки 13.06.01 – Электро- и теплотехника, направленность (профиль) «Тепловые двигатели».

Разработал:  
Профессор кафедры «Тепловые двигатели»  
доктор техн. наук, доцент


  
/Обозов А.А./

Программа вступительного испытания рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели»: протокол № 7 от «19» мая 2021г.

Заведующий кафедрой  
д.т.н., профессор кафедра «ТД»

  
/Обозов А.А./

Проректор по научной работе  
к.т.н., доцент

  
/Сканцев В.М./

© Обозов А.А.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание при приеме в аспирантуру по направлению 13.06.01 – Электро- и теплотехника, направленность (профиль) «Тепловые двигатели» (далее - аспирантура) проводится ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (далее – Университет, вуз, БГТУ) самостоятельно.

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета.

Вступительное испытание при приеме в аспирантуру проводится на государственном языке Российской Федерации в письменной или устно-письменной форме.

Вступительные испытания могут проводиться: 1) при личном присутствии в Университете претендента на обучение в аспирантуру (контактный формат); 2) при отсутствии в Университете претендента на обучение в аспирантуру (дистанционный формат).

При контактном формате проведения вступительного испытания претендент лично присутствует на вступительном испытании, которое проводится в Университете в заранее определенной аудитории.

При невозможности присутствия в Университете претендента на обучение в аспирантуру вступительное испытание полностью проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (дистанционный формат).

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате допускается в следующих случаях:

- при возникновении у абитуриента исключительных обстоятельств (уважительных причин), препятствующих его личному присутствию в Университете для прохождения вступительных испытаний;
- при нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете.

К исключительным обстоятельствам, препятствующим абитуриенту лично присутствовать в Университете при прохождении вступительных испытаний, относится, при наличии подтверждающих документов, состояние здоровья для абитуриентов-инвалидов и абитуриентов с ограниченными возможностями здоровья.

Нормативно-правовое установление особого режима работы Университета, обусловленное чрезвычайной ситуацией или режимом повышенной готовности

техногенного, биологического, экологического или иного характера, регулируется нормативно-правовым актом учредителя Университета или высшего должностного лица субъекта Российской Федерации и делает невозможным контактный формат проведения вступительного испытания в Университет.

Решение о формате прохождения абитуриентом вступительного испытания принимает приемная комиссия Университета.

При нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие абитуриентов в Университете при прохождении вступительного испытания, решение о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (в дистанционном формате) принимается единообразно для всех абитуриентов.

Формат проведения вступительного испытания доводится до сведения абитуриента заблаговременно.

При проведении вступительного испытания Университетом могут использоваться следующие дистанционные технологии: электронная информационно-образовательная среда вуза, видеоконференцсвязь, электронная почта, компьютерное тестирование.

## **2. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В КОНТАКТНОМ ФОРМАТЕ**

Длительность проведения вступительного испытания в контактном формате - 2 астрономических часа (120 минут).

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах, представлен в приложении 1 настоящей программы.

За отведенное время абитуриент должен представить письменные развернутые ответы на каждый вопрос экзаменационного билета. Ответы абитуриент записывает на бланке приемной комиссии Университета, который он получает вместе с экзаменационным билетом.

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-тобальной шкале (100 баллов).

За ответы на вопросы экзаменационного билета может быть начислено:

- за ответ на первый вопрос билета – до 50 баллов;
- за ответ на второй вопрос билета) – до 30 баллов;
- за ответ на третий вопрос билета – до 20 баллов;

Применяются критерии оценки знаний, представленные в таблице 1.

Методика выставления оценки базируется на совокупной оценке всех членов экзаменационной комиссии, сформированной на основе независимых оценок каждого члена комиссии. Итоговая оценка абитуриента за вступительное испытание рассчитывается как сумма полученных баллов за ответы на все вопросы экзаменационного билета.

Минимальная положительная оценка для аттестации по вступительному испытанию - 75 баллов, максимальная оценка – 100 баллов.

После проверки результатов вступительного испытания комиссия может провести индивидуальное собеседование с абитуриентом для уточнения отдельных положений в рамках вопросов билета.

Обнаружение у абитуриента несанкционированных экзаменационной комиссией учебных и методических материалов, пользование любыми средствами передачи информации (электронными средствами связи) является основанием для принятия решения о выставлении оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале), вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы (средства) при подготовке ответа.

**Таблица 1 - Критерии оценивания знаний абитуриента при проведении вступительного испытания**

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
<b>Вопрос 1</b>	
44-50	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %;</li> <li>- на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
33-43	<ul style="list-style-type: none"> <li>- средний уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70–89%;</li> <li>- на 70 – 89% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
22-32	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %;</li> </ul>

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал;</li> <li>- отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.</li> </ul>
<b>0-21</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%;</li> <li>- ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриента осведомленности по теме;</li> <li>- отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
<b>Вопрос 2</b>	
<b>25-30</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100%;</li> <li>- на 90 – 100% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
<b>18-24</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- средний уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %;</li> <li>- на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
<b>11-17</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %;</li> <li>- на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал;</li> <li>- отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.</li> </ul>
<b>0-10</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%;</li> </ul>

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриентов осведомленности по теме;</li> <li>- отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
<b>Вопрос 3</b>	
17-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют свободное владение абитуриентом материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %;</li> <li>- на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
13-16	<ul style="list-style-type: none"> <li>- средний уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы демонстрируют владение абитуриентом теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %;</li> <li>- на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>
8-12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкий уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы выявляют владение абитуриентом теоретическим материалом на 50 – 69 %;</li> <li>- на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал;</li> <li>- отсутствие у абитуриента минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.</li> </ul>
0-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме;</li> <li>- ответы на вопросы характеризуют владение абитуриентом теоретическим материалом менее, чем на 50%;</li> <li>- ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у абитуриента осведомленности по теме;</li> <li>- отсутствие у абитуриента способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.</li> </ul>

### **3. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ**

Вступительное испытание в дистанционном формате проводится в виде собеседования с использованием технологии видеоконференцсвязи для идентификации личности абитуриента в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГТУ и письменного изложения вопросов с использованием технологий электронно-образовательной среды в виде прикрепления и проверки эссе. Доступ к ресурсам и технологиям ЭИОС БГТУ осуществляется абитуриентом через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Длительность проведения вступительного испытания в дистанционном формате определяется заранее и фиксируется в ЭИОС БГТУ.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов), т.е. максимальная оценка – 100 баллов.

Набор вопросов для экзамена определяется случайным образом из общего списка (количество вопросов на экзамене – 3).

Общая сумма набранных баллов за правильные ответы является балльной оценкой результата сдачи абитуриентом вступительного испытания.

Вступительное испытание в форме дистанционного прикрепления эссе проводится с применением технологии видеоконференции в режиме реального времени (для идентификации личности) и может быть записано техническими средствами Университета.

Информация о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, а также о дате, времени и способе выхода на связь для его прохождения доводится до абитуриента путем размещения информации в личном кабинете абитуриента, а также, в случае необходимости, по другим доступным каналам связи (посредством передачи по электронной почте, СМС-уведомлением, путем объявления на официальном сайте вуза в сети Интернет и др.).

Абитуриент самостоятельно технически оснащает и настраивает свое индивидуальное автоматизированное рабочее место, которое должно содержать следующие технические средства:

- персональный компьютер, подключенный к информационно-коммуникационной сети Интернет;
- web-камеру, подключенную к персональному компьютеру и направленную на абитуриента, обеспечивающую передачу видеозображения или аудиовидеоинформации;
- комплект акустического оборудования (микрофон и звуковые колонки или только звуковые колонки в случае передачи web-камерой



аудиоинформации), обеспечивающего обмен аудиоинформацией между абитуриентом и членами приемной комиссии Университета.

Доступ к ЭИОС Университета абитуриент получает после подачи заявления о приеме с приложением необходимых документов в приемную комиссию Университета и допуска к прохождению вступительных испытаний.

Университет, при необходимости, силами работников приемной комиссии оказывает консультационную поддержку абитуриента по техническим вопросам подключения индивидуального автоматизированного рабочего места абитуриента к ЭИОС Университета.

Университет, в процессе проведения компьютерного тестирования, может применять систему мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний абитуриентом (прокторинга). В случае применения Университетом системы прокторинга абитуриент информируется об этом до начала прохождения процедуры сдачи вступительного испытания.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания является материалом для служебного пользования, оглашение которого возможно только по письменному разрешению председателя приемной комиссии Университета, в том числе, в случае подачи абитуриентом апелляции.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения абитуриентом вступительного испытания наряду с результатами компьютерного тестирования, рассматривается Приемной комиссией Университета при вынесении решения о результатах сдачи абитуриентом вступительного испытания и/или апелляционной комиссией Университета в случае подачи абитуриентом апелляции.

Процедуре прохождения абитуриентом компьютерного тестирования предшествует процедура идентификации его личности, которая осуществляется путем демонстрации абитуриентом на web-камеру разворота документа, удостоверяющего его личность и содержащего фотографию, фамилию, имя, отчество (при наличии) абитуриента и позволяющего четко сличить фотографию на документе с транслируемым видеоизображением абитуриента.

Если абитуриент отказался подтвердить согласие с правилами прохождения вступительных испытаний и/или согласие на обработку персональных данных и/или не прошел процедуру идентификации личности, дальнейшие действия абитуриента по прохождению вступительного испытания невозможны, вступительное испытание считается не начатым, а по истечении сроков его прохождения – не пройденным (0 баллов).

При прохождении вступительного испытания, абитуриент **обязан:**

- не передавать реквизиты доступа к своей учетной записи в ЭИОС Университета третьим лицам;

- обеспечить необходимые условия для работы индивидуального автоматизированного рабочего места, в том числе достаточный уровень освещенности, низкий уровень шума, отсутствие помех передаче видео и аудио сигналов;

- использовать для идентификации оригинал документа, удостоверяющего его личность, с фотографией;

- не покидать зону видимости камеры в течение всего процесса вступительного испытания;

- не отключать микрофон и не снижать его уровень чувствительности к звуку;

- использовать в составе индивидуального автоматизированного рабочего места только одно средство вывода изображения (монитор, телевизионная панель и др.), одну клавиатуру, один манипулятор (компьютерную мышь, трекпойнт и др.);

- не привлекать на помощь третьих лиц, не отвлекаться на общение с третьими лицами и не предоставлять доступ к компьютеру посторонним лицам;

- не использовать справочные материалы, представленные на различных носителях (книги, записи в бумажном и электронном видах и др.), электронные устройства, не входящие в состав автоматизированного рабочего места (мобильные телефоны, планшеты и др.), дополнительные мониторы и компьютерную технику, не открывать вкладки поисковых систем браузера (Яндекс, Google и др.).

Выявление экзаменационной комиссией, в том числе, с применением системы прокторинга, нарушений абитуриентом указанных выше обязательств в процессе сдачи вступительного испытания, является основанием для принятия экзаменационной комиссией решения о снижении оценки или выставлении абитуриенту оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале).

#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ**

Вопросы охватывают 13 основных разделов по читаемым дисциплинам в процессе обучения студентов в бакалавриате и магистратуре.

*Раздел 1. Прикладные аспекты термодинамики. Термодинамическая эффективность циклов ДВС.*

1. Первый закон термодинамики - закон сохранения и превращения энергии. Назовите следствие из этого закона. Второй закон термодинамики. Назовите следствие из этого закона. Работа, внутренняя энергия, энтальпия, температура, теплота, теплоемкость.

2. Термодинамические процессы. Какие процессы называют изотермическими, политропными? Какие процессы называют политропными? Работа и теплота процесса. Обратимые и необратимые процессы. Дайте определения термодинамическим параметрам: давление, температура, внутренняя энергия, энтальпия, эксэргия.

3. Термодинамические процессы и циклы тепловых двигателей. Обратимые и необратимые циклы двигателей. Циклы с подводом теплоты при постоянном объеме, постоянном давлении и со смешанным подводом теплоты. Какой цикл более эффективен при одинаковых степенях сжатия? Цикл Карно.

4. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания при одинаковой степени сжатия и при одинаковом максимальном давлении цикла.

### ***Раздел 2. Вопросы дисциплины «Теория рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания».***

1. Идеальные термодинамические циклы двигателей (без наддува, с наддувом). Цикл Карно (в координатах  $P-V$  и  $S-T$ ). Оценка термодинамической эффективности реального двигателя методом сопоставления с циклом Карно.

2. Коэффициенты избытка воздуха, молекулярного изменения и остаточных газов.

3. Методы организации процесса сгорания, форма камер сгорания. Основные фазы процесса сгорания и влияние различных факторов на процесс сгорания.

4. Динамика тепловыделения при сгорании. Эмпирическая функция тепловыделения ВИБЕ.

### ***Раздел 3. Вопросы по дисциплине «Агрегаты наддува»***

1. Принцип работы и конструкция турбокомпрессора (ТК) для наддува ДВС. Конструкция осевой и радиальной турбин ТК. Многоступенчатые турбины. Располагаемый теплоперепад. Активная и реактивная турбины. Степень реактивности.

2. Потери в агрегатах турбонаддува ДВС (на примере турбины) : потери в соплах, на рабочих лопатках, на трение диска, вентиляционные потери; потери на утечку и охлаждение, выходная потеря, механические потери.

3. Треугольники скоростей радиальной и осевой турбины. Совмещенные треугольники скоростей. Оптимальные соотношения  $U/C_1$  для активной и реактивной турбины.

4. Коэффициенты полезного действия компрессорной и турбинной ступени ТК: адиабатический КПД, окружной КПД, внутренний КПД, механический КПД, эффективный КПД.

### ***Раздел 4. Вопросы по дисциплине «Механика жидкости и газа» .***

1. Сопротивление тел при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.
2. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Условные толщины пограничного слоя.
3. Ламинарное и турбулентное движение газов.
4. Основное уравнение гидростатики. Теорема Н.Е. Жуковского.
5. Основная теорема кинематики (Первая теорема Гельмгольца). Вторая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса. Теорема Томсона.
6. Уравнения количества движения вязкой сжимаемой жидкости (Уравнения Навье-Стокса).
7. Критерии подобия газодинамических процессов.

***Раздел 5. Вопросы по дисциплине «Численные методы исследования процессов в ДВС. Методы оптимизации технических систем».***

1. Статистический анализ данных. Дисперсионный, факторный, корреляционный и регрессионный анализ. Статистический анализ данных в среде программирования MS EXCEL (в подразделе «Анализ данных»).
2. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Полиномиальные и степенные модели. Проверка адекватности модели.
3. Методы оптимизации. Дать определение локального и глобального минимума функции. Градиентные методы поиска: движение по градиенту, метод крутого восхождения или наискорейшего спуска.
4. Методы оптимизации. Неградиентные методы поиска экстремума целевой функции при наличии ограничений. Метод Гаусса-Зайделя. Методы случайного поиска. Симплексный метод поиска. Проверка адекватности модели.

***Раздел 6. Экологические проблемы, связанные с эксплуатацией ДВС.***

1. Вредные химические компоненты, содержащиеся в отработавших газах (ОГ) ДВС, их концентрационные характеристики. Характер воздействия вредных веществ ОГ на организм человека и окружающую среду.
2. Первичные методы снижения вредных выбросов ДВС (методы изменения конструкции ДВС).
3. Вторичные методы снижения вредных выбросов ДВС (методы пост-обработки отработавших газов ДВС). Каталитический нейтрализатор ОГ, SCR-реактор, система EGR рециркуляции ОГ.
4. Минимизация выбросов оксидов азота посредством совершенствования процесса топливоподачи, смесеобразования и сгорания в ДВС.
5. Повышение давления впрыскивания топлива, применение многостадийного впрыскивания, оптимизация формы камеры сгорания как способы снижения выбросов с ОГ оксидов азота, оксида углерода и несгоревших углеводородов.

***Раздел 7. Вопросы по дисциплине «Процессы топливоподачи двигателей внутреннего сгорания. Конструкция топливоподающей аппаратуры (ТПА)».***

1. Карбюраторная система смесеобразования бензинового ДВС. Какие коэффициенты избытка воздуха должна обеспечивать система с учетом режима нагрузки двигателя. Вспомогательные системы карбюратора.

2. Процесс топливоподачи дизельного двигателя. Основные конструктивные элементы системы топливоподачи. Конструкция топливного насоса высокого давления, нагнетательного клапана и форсунки дизельного двигателя.

3. Система топливоподачи дизельного двигателя аккумуляторного типа (система ТПА типа CR), какие конструктивные элементы она содержит? Её преимущества. Электронное управление процессом топливоподачи.

4. Применение газового топлива и биотоплив для питания ДВС. Особенности систем топливоподачи (топливоподготовки), использующих в качестве топлива водород.

***Раздел 8. Вопросы по дисциплине «Динамика двигателей внутреннего сгорания».***

1. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме, их определение. Порядок построения полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку двигателя.

2. Силы инерции, возникающие при работе ДВС. Способы их уравнивания.

3. Механизм Ланчестера для уравнивания сил инерции и моментов первого и второго порядка. Порядок уравнивания центробежных сил инерции масс двигателя, совершающих вращательное движение.

4. Крутильные колебания коленчатого вала ДВС, причины их возникновения. Дифференциальное уравнение, описывающее движение одномассовой крутильной системы, совершающей свободные колебания. От каких конструктивных параметров системы, подверженной крутильным колебаниям (коленчатого вала), зависит частота собственных колебаний?

5. Понятие явления резонанса, при каких условиях он возникает. Методы борьбы с крутильными колебаниями коленчатого вала, возникающими в ДВС. Понятие демпфирования крутильной колебательной системы.

***Раздел 9. Вопросы по дисциплине «Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания».***

1. Конструкция чувствительного элемента центробежного регулятора частоты вращения вала ДВС. Назначение и принцип его работы.

2. «Восстанавливающая» и «поддерживающая» силы, действующие в чувствительном элементе регулятора при его работе. Баланс данных сил, как условие получения равновесного режима работы двигателя.

3. Устойчивость режимов работы ДВС. Условие получения равновесных режимов, устойчивый режим работы ДВС, неустойчивый режим работы ДВС, определение фактора динамической устойчивости режима работы ДВС ( $F_d$ ), определение термина «самовыравнивание» режима.

4. От каких параметров конструктивных элементов чувствительного элемента регулятора зависит наклон регуляторной характеристики? Каким параметром можно охарактеризовать (определить в количественном отношении) наклон регуляторной характеристики?

5. Гидромеханические регуляторы непрямого действия (дать определение). Регулятор непрямого действия с жесткой обратной связью и с гибкой обратной связью (конструкция, принцип действия).

### ***Раздел 10. Электронное управление двигателями внутреннего сгорания, как способ улучшения их технико-экономических и экологических показателей.***

1. Представьте блок-схему бензинового инжекторного ДВС с микропроцессорной системой управления зажиганием и топливopодачей с нейтрализацией отработавших газов.

2. Как хранятся в ЭБУ коды ошибок, возникающих в работе двигателя, и как осуществляется их диагностика и выявление неисправностей?

3. Электронное управление двигателем внутреннего сгорания. Каким образом задается частота следования импульсов для синхронизации работы всех узлов микроконтроллера? Как происходит в электронном блоке управления (ЭБУ) двигателем преобразование сигнала из аналогового в цифровой и наоборот?

4. Опишите совокупность датчиков, используемых в системе электронного управления дизельных двигателей с ТПА типа CR.

### ***Раздел 11. Вопросы по дисциплине «Эксплуатация и сервисное обслуживание ДВС».***

1. Методы неразрушающего контроля состояния деталей ДВС: визуальный, капиллярный, магнитно-порошковый, вихретоковый, ультразвуковой, радиографический. Классификация дефектов. Дефекты сварочных швов.

2. Анализ химического состава материала детали: химический анализ, спектральный, рентгеноспектральный. Определение механических свойств: метод твердости и механические испытания образцов.

3. Разборная и безразборная (функциональная) техническая диагностика двигателей внутреннего сгорания. Таблица функций неисправностей (показать на примере диагностирования нарушения регулировок и технического состояния топливной аппаратуры).

4. Статистический анализ диагностической информации. Понятие ошибки первого и второго рода. Доверительный интервал диагностического признака. Теорема Байеса принятия статистических решений при постановке диагноза.

## ***Раздел 12. Вопросы по дисциплине «Технологии изготовления двигателей внутреннего сгорания».***

1. Технологии восстановительного ремонта деталей ДВС: обработка под ремонтный размер, применение дополнительных ремонтных деталей, применение поверхностного пластического деформирования, Сварка и наплавка.

2. Технологии изготовления и ремонта деталей ДВС: металлизация поверхностей, гальваническое наращивание, синтетические покрытия, пайка.

3. Технологии изготовления и ремонта деталей ДВС: корпусных деталей, круглых стержней, коленчатых валов, головок цилиндров, втулок цилиндров.

4. Технологии изготовления и ремонта деталей ДВС: ремонт электрооборудования

## ***Раздел 13. Вопросы по дисциплине «Применение САПР в двигателестроении. Современные программные комплексы расчета на прочность элементов конструкции ДВС».***

1. Какие инженерные функции выполняют системы САПР?

2. Почему системы САПР базируются на принципе иерархичности.

3. На каких этапах создания нового продукта закладывается концепция жизненного цикла.

4. Какие возможности при расчете конструкций позволяют реализовать программы ANSYS Mechanical.

## **5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### *а) основная литература*

1. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин [и др.]; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. –4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. –372 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин [и др.]; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. –3-изд. перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1985.– 456 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Д.Н. Вырубов, С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко [и др.]; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. –4-изд. перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1984.–384 с.

4. Дьяченко, Н.Х. Теория двигателей внутреннего сгорания/ Н.Х. Дьяченко [и др.]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.

5. Кавтарадзе, Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы/ Р.З. Кавтарадзе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
6. Колчин, А.М. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов/А.И.Колчин, В.П.Демидов.-4-е изд., стер. – М.: Высш. школа.- 2008. –496 с.
7. Попык, К.Г. Автомобильные и тракторные двигатели. Часть 2. / М.: Высшая школа, 1976. – 280 с.
8. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. Учебник для вузов / 2-е изд. –М.: Легион Автодата, 2005. – 344 с.
9. Бош. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. –М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.
10. Марков В.А., Девянин С.Н., Мальчук В.И. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. –2007. – 360 с.
11. Ао Ки М. Введение в методы оптимизации/М.,Наука,1977. –334 с.
12. Пшеничный Б.М., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах/ М., Наука, 1975. –320 с.
13. Лесин В. В. Основы методов оптимизации: учебное пособие для вузов / Лесин Виктор Васильевич, Лисовец Юрий Павлович. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 352с.
14. Кудинов А.А. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 2008. – 368 с.
15. Угинчус, А.А. Гидравлика и гидравлические машины / А.А. Угинчус. – М.: ООО «ТИД «Аз–book»», 2009. – 395 с.
16. Рогалев, В.В. Теория рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев. – Брянск: БГТУ, 2010. – 222 с. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>.
17. Рогалев, В.В. Камеры сгорания поршневых двигателей [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев. – Брянск: БГТУ, 2018. – 145 с.
18. Рогалев, В.В. Агрегаты наддува. [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев, А.М. Дроконов, А.А. Зинуков. – Брянск: БГТУ, 2008. – 198 с.
19. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/720>. — Загл. с экрана.
20. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. - Москва : Машиностроение, 2013. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.



21. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2004. – 384 с. – ISBN 5-85907-274-0(3).

22. Сига, Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, С. Мидзутани. – Москва: Мир, 1989. – 208 с. – ISBN: 5-03-000367-3.

23. Пинский, Ф.И. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания / Ф.И. Пинский, Р.И. Давтян, Б.Я. Черняк. – Москва: Легион-Автодата, 2004. – 136 с. – ISBN 5-88850-129-8.

24. Покровский, Г.П. Электронное управление автомобильными двигателями / Г.П. Покровский [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1994. – 336 с. – ISBN 5-217-02522-0.

25. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Р. Галяветдинов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 112 с. — 978-5-7882-1567-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62519.html>

26. Жигалова Е.Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Жигалова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 201 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72067.html>

*а) дополнительная литература*

1. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» [Текст] / Б. А. Шароглазов. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 344 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов/В.Н. Луканин [и др.].– М.: Высш. шк., 1995–368с.]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.

3. Лобов, Н.В. Моделирование рабочего процесса в двухтактном одноцилиндровом двигателе внутреннего сгорания/ Н.В. Лобов. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2003. – 81 с.

4. Чистяков, В.К. Динамика поршневых и комбинированных ДВС / М.: Машиностроение, 1989. – 255 с.

5. Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [М.Г.Шатров, К.А.Морозов, И.В.Алексеев и др.]; под ред. М.Г.Шатрова. - 2-е изд., испр. - М. : Издательский центр «Академия», 2011. - 464 с.

6. Патрахальцев, Н.Н. Наддув двигателей внутреннего сгорания. учеб. пособие // Н.Н. Патрахальцев.– М.: Изд-во РУДН, 2003. – 319 с.

7. Гайворонский, А. И. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях / А. И. Гайворонский, В. А. Марков, Ю. В. Илатовский; Открытое акционерное общество "Газпром",

Информационно-рекламный центр газовой промышленности (ООО "ИРЦ Газпром"). – М.: ИРЦ Газпром, 2007. – 480 с.

8. Марков В.А., Гайворонский А.И., Грехов Л.В., Иващенко Н.А. Работа дизелей на нетрадиционных топливах. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.

9. Бирюков А. Г. Методы оптимизации. Условия оптимальности в экстремальных задачах : учеб. пособие для вузов (направ. "Прикладные мат. и 2. физика") / Бирюков Александр Гаврилович. – Москва: МФТИ, 2010. – 226с.

10. Ашманов С. А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях / С. А. Ашманов, А. В. Тимохов. – М. : Наука, 1991. – 448 с.

11. Технология машиностроения. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Жолобов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 336 с. – 978-985-06-2410-9. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48020.html>

12. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2015. – 88 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29275.html>

13. Бунаков П.Ю. Сквозное проектирование в машиностроении [Электронный ресурс] : основы теории и практикум / П.Ю. Бунаков, Э.В. Широких. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Профобразование, 2017. – 120 с. – 978-5-4488-0134-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64051.html>

14. Семенов А. .Д. Лабораторный практикум по дисциплине САПР технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Д. Семенов. – Электрон. текстовые данные. – Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2015. – 271 с. – 2227-8397. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47402.html>