

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-  
проректор по научной работе

\_\_\_\_\_ А.В. Коржов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине  
группа научной специальности 2.4 – Энергетика и электротехника

по научным специальностям:

2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

2.4.6 – Теоретическая и прикладная теплотехника

2.4.7 – Турбомашины и поршневые двигатели

Челябинск

2023

## ПРОГРАММА

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### **2.4.2. Электротехнические комплексы и системы**

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Вступительные испытания проводятся в письменной форме. В первой аудитории находится до трех человек из числа преподавателей (приемной комиссии) и не более 12 человек из числа абитуриентов. Во время проведения вступительных испытаний их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.).

Вопросы сгруппированы в 2 раздела: электротехника; электротехнические комплексы и теория управления.

В состав экзаменационного билета входит по одному вопросу из каждого раздела. Количество дополнительных вопросов – не более пяти. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания.

Во второй аудитории находится до трех человек из числа преподавателей (приемной комиссии) и не более 1 человека из числа абитуриентов. Абитуриент приглашается во вторую аудиторию при готовности ответа на вопросы билета.

Длительность экзамена 1 час (60 минут).

#### **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ:**

Раздел 1. *Электротехника*. Электрические цепи. Активная, реактивная и полная мощности. Переходные процессы. Электрический трансформатор.

Раздел 2. *Электротехнические комплексы и теория управления*. Асинхронный электропривод. Синхронный электропривод. Электропривод постоянного тока. Основные критерии устойчивости. Векторное управление полупроводниковыми преобразователями частоты.

#### **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

*Экзаменационные вопросы к разделу 1 “Электротехника”:*

1. Понятие об электрических цепях. Линейные и нелинейные сопротивления. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи.
2. Законы Ома и Кирхгофа для линейных цепей постоянного тока.
3. Работа и мощность. КПД источника электрической энергии. Энергетический баланс в электрической цепи постоянного тока.
4. Расчет сложных цепей постоянного тока с помощью законов Кирхгофа.
5. Метод контурных токов.
6. Синусоидальные токи и напряжения. Действующее и среднее значения синусоидального тока. Изображение синусоидальных величин векторами на комплексной плоскости. Комплексная амплитуда. Комплекс действующего значения. Векторная диаграмма.
7. Последовательная цепь переменного тока с  $R$ ,  $L$  и  $C$ . Резонанс напряжений.
8. Цепь переменного тока с параллельным соединением  $R$ ,  $L$  и  $C$ . Резонанс токов.

9. Законы Ома и Кирхгофа в символической форме записи. Применение векторных диаграмм при расчете электрических цепей синусоидального тока.

10. Активная, реактивная и полная мощности. Выражение мощности в комплексной форме. Измерение мощности ваттметром. Баланс мощностей в цепи синусоидального тока.

11. Трехфазная система ЭДС. Преимущества трехфазных цепей. Представление электрических величин трехфазного тока тригонометрическими функциями, графиками, векторами и комплексными числами.

12. Прямая и обратная последовательности чередования фаз. Основные схемы соединения трехфазных цепей. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами при симметричной и несимметричной нагрузках.

13. Расчет трехфазных цепей по схеме звезда-звезда с нулевым проводом.

14. Расчет трехфазных цепей по схеме звезда-звезда без нулевого провода.

15. Расчет трехфазных цепей по схеме звезда-треугольник при разных типах нагрузки.

16. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе.

17. Явление самоиндукции и взаимной индукции. Расчет электрических цепей при наличии магнитно-связанных катушек. Последовательное соединение магнитно-связанных катушек.

18. Развязывание магнитно-связанных цепей.

19. Теорема о балансе активных и реактивных мощностей.

20. Понятие о переходных процессах. Законы коммутации. Начальные значения величин. Свободная и принужденная составляющие токов и напряжений.

21. Классический метод расчета переходных процессов.

22. Операторный метод расчета переходных процессов.

23. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.

24. Нелинейные цепи постоянного тока. Основные понятия. Последовательное, параллельное и смешанное соединение нелинейных сопротивлений.

25. Магнитные цепи. Основные понятия. Характеристики ферромагнитных материалов.

26. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.

27. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. Коэффициент трансформации напряжений.

28. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой. Трансформация токов.

29. Схемы замещения трансформаторов.

30. Устройство трехфазного трансформатора и группы соединения его обмоток.

31. Параллельная работа трехфазных трансформаторов. Автотрансформатор, устройство, принцип действия, основные характеристики.

## ***Экзаменационные вопросы к разделу 2 “Электротехнические комплексы и теория управления”***

1. Устройство и принцип действия трехфазного асинхронного электропривода.

2. Механическая и электромеханическая характеристики асинхронного электропривода.

3. Устойчивость работы асинхронного электропривода "в малом" и "в большом".

4. Способы пуска асинхронного электропривода.

5. Регулирование частоты вращения асинхронного электропривода с фазным ротором.

6. Способы торможения асинхронного электропривода.

7. Устройство, и принцип действия электропривода постоянного тока.

8. Устройство, и принцип действия генератора постоянного тока (ГПТ).

9. Поперечная реакция якоря в электроприводе постоянного тока.

10. Электропривод постоянного тока параллельного возбуждения и его рабочие характеристики.

11. Электропривод постоянного тока последовательного возбуждения и его рабочие характеристики.

12. Электропривод постоянного тока смешанного возбуждения и его рабочие характеристики.

13. Способы пуска электропривода постоянного тока.
14. Способы регулирования частоты вращения электропривода постоянного тока.
15. Способы торможения электропривода постоянного тока.
16. Устройство, принцип действия синхронного электропривода.
17. Характеристики холостого хода, нагрузочная и короткого замыкания синхронного электропривода. Внешние характеристики синхронного электропривода. Регулировочные характеристики синхронного электропривода.
18. Условия параллельной работы синхронных генераторов. Включение синхронных генераторов на параллельную работу.
19. Принципы регулирования активной и реактивной мощностей синхронного электропривода.
20. Основные критерии устойчивости. Применение логарифмических частотных и фазочастотных характеристик при анализе и синтезе систем автоматического регулирования электротехнических комплексов. Векторное управление преобразователями переменного тока.

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ**

Ответы претендентов на поступление в аспирантуру оцениваются следующим образом:

##### **Испытания по специальной дисциплине**

Вопросы из разделов 1,2 оцениваются по 50 балльной шкале.

Максимальное количество баллов – 100.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, – 50.

Вопросы по всем разделам оцениваются по 4 показателям:

1. Полнота ответа;
2. Ответы на дополнительные вопросы;
3. Способность самостоятельно анализировать информацию;
4. Логика изложения материала

Показатели и критерии оценивания одного из вопросов приведены в таблице.

Показатели и критерии оценивания ответов на один из вопросов

<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>
1. Полнота ответа (максимальный балл – 15)	Выставляется балл, соответствующий одному из критериев: 15 баллов – развернутый и полный ответ на вопрос; 12 баллов – правильный ответ на вопрос с неточностями в изложении отдельных положений; 9 баллов – в целом правильный ответ на вопрос, но с ошибками в изложении отдельных положений; 6 баллов – ответ содержит грубые ошибки; 3 балла – в ответе не содержатся сведения по существу вопроса; 0 баллов – нет ответа на вопрос
2. Ответы на дополнительные вопросы (максимальный балл – 15)	Задаются дополнительные вопросы, предполагающие короткие ответы. Выставляется балл, соответствующий одному из критериев: 15 баллов – даны верные ответы на все вопросы; 7 баллов – даны верные ответы на 2 вопроса; 3 балла – дан верный ответ на 1 вопрос

	0 баллов – нет верных ответов
3. Способность самостоятельно анализировать информацию (максимальный балл – 10)	Общий балл при оценке складывается из следующих критериев: – наличие примеров с расчетами и графиками – 4 баллов; – выводы обоснованы – 3 балла; – использование дополнительной технической литературы 2 балла; – ссылки на зарубежные источники или авторов – 1 балл
4. Логика изложения материала (максимальный балл – 10)	Общий балл при оценке складывается из следующих критериев: – наличие плана ответа – 4 балла; – выдерживание причинно-следственной связи – 3 балла; – формулировка актуальности вопроса – 2 балла; – формулировка выводов изложенного – 1 балл

**Научная составляющая** (индивидуальные достижения):

- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science (квартиль Q1-Q2)– 10 баллов;
- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science (квартиль Q3-Q4)– 5 баллов;
- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, включенном в Перечень ВАК – 8 балла;
- научная статья, опубликованная в рецензируемом журнале, индексируемом в РИНЦ – 3 балла;
- тезисы докладов на конференциях, опубликованных в издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science – 3 балла;
- тезисы докладов на конференциях, опубликованных в издании, индексируемом в РИНЦ – 2 балла;
- патент на изобретение – 4 балла;
- патент на полезную модель, промышленный образец; свидетельство о регистрации программы ЭВМ – 2 балла.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение проводится только при предоставлении подтверждающих документов.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия направленности программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Статьи, опубликованные в издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science, а также включенном в Перечень ВАК и/или РИНЦ учитываются не более одного раза с начислением наибольшего возможного количества баллов.

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Усынин Ю.С. Теория автоматического управления: учебное пособие для вузов / Ю.С. Усынин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 176с.
2. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. 2-е изд. М.: НОЛИДЖ, 2000.
3. Макаров В.В., Лохин В.М., Петрыкин А.А. Дискретные системы автоматического управления теплотехническими объектами. М.: Наука; Физматлит, 1998.
4. Беспалов В.Я. Электрические машины: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.- 320с.
5. Дудкин М.М., Цытович Л.И. Элементы информационной электроники систем управления вентильными преобразователями. Челябинск, из-во ЮУрГУ, 2011, 362 с.
6. Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети. Справочник. М.: Финансы и статистика, 1996.
7. Родионов В.Д., Терехов В.А., Яковлев В.Б. Технические средства АСУТП: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1989.
8. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия, 2-е изд. СПб.: Питер, 2001.
9. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Лаборатория базовых знаний, 2000.
10. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. М.: Мир, 2001.
11. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. 6-е изд. перераб. М.: Мир, 2001.
12. Датчики измерительных систем. В 2 кн. Кн. 1 / Ж. Аш и др. Пер. с франц. М.: Мир, 1992.
13. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. М.: Высш. школа, 1988.
14. Брылина О.Г., Цытович Л.И. Многозонные развертывающие преобразователи для систем управления электроприводами. Челябинск. Из-во ЮУрГУ, 2010, 232 с.
15. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учеб. для высших учебных заведений - М.: Изд. центр Академия, 2006. - 272 с.
16. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений ' В.М. Терехов; О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. - М.: Изд. центр "Академия", 2005. - 305 с.
17. Фомин Н.В. Системы управления электроприводов: Учеб. пособие. - Магнитогорск: ГОУ ВПО "МГТУ им. Г.И. Носова", 2009. - 87 с.
18. Кудрин Б.И. Системы электроснабжения: Учеб. пособие. - М.: ИЦ «Академия», 2011. - 352 с.
19. Кочкин В.И., Нечаев О.П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем. - М.: ИЦ ЭНАС, 2002. - 248 с.
20. Вагин Г.Я., Лоскутов А.Б., Севостьянов А.А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике. - М.: ИЦ «Академия», 2010. - 224 с.
21. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. М.: Высш. шк., 1981.
22. Усынин, Ю.С. Системы управления электроприводов: Учебное пособие. – 2-е издание, испр. и доп. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2004. – 328с.
23. Direct Torque Control of AC motor drives / M. Aaltonen, P. Tiitinen, J. Laku, S. Heikkilä / ABB Review – 1995. - №3. – pp. 19-24.

24. Рудаков, В.В. Системы управления электроприводов. Прямое управление моментом в электроприводе переменного тока: Учебное пособие /В.В. Рудаков, А.Е. Козярук. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). Санкт-Петербург, 2007. – 75 с.

25. Кириллин, В.А. Техническая термодинамика: учебник для вузов по направлению 140100 «Теплоэнергетика» / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – М.: Издательский для МЭИ, 2008.– 308 с.

26. Николаев, Г.П., Техническая термодинамика. Учебное пособие / Г.П. Николаев, А.Э. Лойко. - Екатеринбург, УрФУ, 2013. – 227 с.

## **6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Программно-информационные комплексы автоматизированных производственных систем: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1990.

2. Смит Дж. Сопряжение компьютеров с внешними устройствами: Пер. с англ. М.: Мир, 2000.

3. Цытович, Л.И. Сборник контрольных вопросов, задач и упражнений по курсу «Элементы систем автоматики» / Л.И. Цытович. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001 – 57 с.

4. Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов Часть 1: Учеб. Пособие для вузов. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. -пед. ун-та, 1997. - 279 с.

5. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами - JL: Энергоиздат, 1982. - 392 с.

6. Перельмутер В.М., Сидоренко В.А. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока - Киев, 1988. - 304 с.

7. Евзеров И.Х., Горобец А.С., Мошкович Б.И. и др. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 319 с.

8. Справочник по автоматизированному электроприводу. / Под ред. В.А. Елисеева и А.В. Шинянского. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 616 с.

9. Иванов В.С., Соколов В.И. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 336 с.

10. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 168 с.

11. Техника высоких напряжений/ Под ред. М.В. Костенко. - М.: Высш. шк., 1973. - 528 с.

12. Аррилага Дж., Брэдли А., Боджер П. Гармоники в электрических сетях. - М.: Энергоатомиздат, 1990.

13. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учеб. для вузов / Под ред. А.Ф. Дьякова. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. -503 с.

14. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах [Текст]: учеб. пособие / Ю.А. Куликов,- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. - 283 с.

15. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. - М.: Высшая школа, 1970.

16. Епифанов Г.К. Физические основы микроэлектроники. М.: Сов. радио, 1975.

17. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. М.: Радио и связь, 1980.

18. Теоретические основы электротехники /Под ред. П.А. Ионкина. Т. 1, 2. М.: Высш. шк., 1976.

19. Матханов П.Н. Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи. М.: Высш. шк., 1981.

20. Григорьев, М.А. Замкнутые системы управления электропривода. Сборник задач с пояснениями / М.А. Григорьев; под ред. проф. Ю.С. Усынин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 32с.

21. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем / Я.З. Цыпкин. – М.: Издательство «Наука», 1977. – 560с.

## 7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL:<http://www.public.ru/>
2. Электронный каталог библиотеки ЮУрГУ [http://virtua.lib.susu.ac.ru/cgi-bin/gw\\_48\\_1\\_10/chameleon/](http://virtua.lib.susu.ac.ru/cgi-bin/gw_48_1_10/chameleon/) Или сайт [susu.ac.ru](http://susu.ac.ru) раздел Библиотека → Электронный каталог.
3. Lib.students.ru - Студенческая библиотека [lib.students.ru](http://lib.students.ru) URL:  
<http://www.lib.students.ru>
4. <http://www.uproizvod.ru>
5. <http://www.metrob.ru>
6. <http://www.iteam.ru>
7. <http://quality.eup.ru/>
8. <http://ria-stk.ru/>
9. Российская Государственная библиотека URL:<http://www.rsl.ru/>.
10. Российская национальная библиотека URL: <http://www.nlr.ru/>.
11. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL:  
<http://www.gpntb.ru/>.
12. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL:<http://www.public.ru/>.
13. Lib.students.ru - Студенческая библиотека [lib.students.ru](http://lib.students.ru) URL:  
<http://www.lib.students.ru>.
14. Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета URL:  
<http://www.lib.pu.ru/>.
15. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>.

### РАЗРАБОТЧИКИ

Зав каф. электропривода,

мехатроники и электромеханики

М.А. Григорьев



## **ПРОГРАММА**

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### ***2.4.6 Теоретическая и прикладная теплотехника***

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Вступительные испытания проводятся в письменной форме. В первой аудитории находится до трех человек из числа преподавателей (приемной комиссии) и не более 12 человек из числа абитуриентов. Во время проведения вступительных испытаний их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.).

Вопросы сгруппированы в 2 раздела: «Техническая термодинамика» и «Тепломассообмен».

В состав экзаменационного билета входит по одному вопросу из каждого раздела. Количество дополнительных вопросов – не более пяти. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания.

Во второй аудитории находится до трех человек из числа преподавателей (приемной комиссии) и не более 1 человека из числа абитуриентов. Абитуриент приглашается во вторую аудиторию при готовности ответа на вопросы билета.

Длительность экзамена 1 час (60 минут).

#### **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ:**

##### **Раздел 1. Техническая термодинамика и теплотехника**

Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения. Тепловые сети: их назначение, конструкции; методы определения расчетного расхода воды и пара. Гидравлический расчет паро-, водо- и конденсатопроводов; гидравлический режим тепловых сетей. Методы выбора основного и вспомогательного оборудования котельных; методы распределения нагрузки между котлами. Методика составления и расчета тепловых схем ТЭЦ; выбор ее оборудования. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии.

##### **Раздел 2. Тепломассообмен**

Режимы течения и структура двухфазного потока. Силы, воздействующие на движение паровых пузырей в потоке. Температура рабочей среды и металла трубы в различных зонах теплообмена при докритическом давлении. Изменение теплофизических характеристик среды в зоне фазового перехода при СКД. Нормирование качества водного теплоносителя. Методы получения чистого пара:

сепарация, продувка, ступенчатое испарение, промывка пара. Водно-химические режимы блоков с барабанными и прямоточными котлами. Принципы регулирования температуры пара. Впрыскивающие и поверхностные пароохладители и места их установки. Паропаровые теплообменники, байпасирование пара и газов. Обеспечение заданного давления перегретого пара.

### **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

#### ***Экзаменационные вопросы к разделу 1:***

1. Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде
2. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения
3. Тепловые сети: их назначение, конструкции; методы определения расчетного расхода воды и пара
4. Гидравлический расчет паро-, водо- и конденсатопроводов; гидравлический режим тепловых сетей
5. Методы выбора основного и вспомогательного оборудования котельных; методы распределения нагрузки между котлами
6. Методика составления и расчета тепловых схем ТЭЦ; выбор ее оборудования
7. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии

#### ***Экзаменационные вопросы к разделу 2:***

1. Режимы течения и структура двухфазного потока. Силы, воздействующие на движение паровых пузырей в потоке
2. Температура рабочей среды и металла трубы в различных зонах теплообмена при докритическом давлении
3. Изменение теплофизических характеристик среды в зоне фазового перехода при СКД
4. Нормирование качества водного теплоносителя. Методы получения чистого пара: сепарация, продувка, ступенчатое испарение, промывка пара
5. Водно-химические режимы блоков с барабанными и прямоточными котлами

6. Принципы регулирования температуры пара. Впрыскивающие и поверхностные пароохладители и места их установки

7. Паропаровые теплообменники, байпасирование пара и газов. Обеспечение заданного давления перегретого пара

#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ**

Ответы претендентов на поступление в аспирантуру оцениваются следующим образом:

##### **Испытания по специальной дисциплине**

Вопросы из разделов 1,2 оцениваются по 50 балльной шкале.

Максимальное количество баллов – 100.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, – 50.

Вопросы по всем разделам оцениваются по 4 показателям:

1. Полнота ответа;
2. Ответы на дополнительные вопросы;
3. Способность самостоятельно анализировать информацию;
4. Логика изложения материала

Показатели и критерии оценивания одного из вопросов приведены в таблице.

Показатели и критерии оценивания ответов на один из вопросов

<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>
1. Полнота ответа (максимальный балл – 15)	Выставляется балл, соответствующий одному из критериев: 15 баллов – развернутый и полный ответ на вопрос; 12 баллов – правильный ответ на вопрос с неточностями в изложении отдельных положений; 9 баллов – в целом правильный ответ на вопрос, но с ошибками в изложении отдельных положений; 6 баллов – ответ содержит грубые ошибки; 3 балла – в ответе не содержатся сведения по существу вопроса; 0 баллов – нет ответа на вопрос
2. Ответы на дополнительные вопросы (максимальный балл – 15)	Задаются дополнительные вопросы, предполагающие короткие ответы. Выставляется балл, соответствующий одному из критериев: 15 баллов – даны верные ответы на все вопросы; 7 баллов – даны верные ответы на 2 вопроса; 3 балла – дан верный ответ на 1 вопрос 0 баллов – нет верных ответов
3. Способность самостоятельно анализировать информацию (максимальный балл – 10)	Общий балл при оценке складывается из следующих критериев: – наличие примеров с расчетами и графиками – 4 баллов; – выводы обоснованы – 3 балла; – использование дополнительной технической литературы 2 балла; – ссылки на зарубежные источники или авторов – 1 балл

4. Логика изложения материала (максимальный балл – 10)	Общий балл при оценке складывается из следующих критериев: – наличие плана ответа – 4 балла; – выдерживание причинно-следственной связи – 3 балла; – формулировка актуальности вопроса – 2 балла; – формулировка выводов изложенного – 1 балл
---	---

#### **Научная составляющая** (индивидуальные достижения):

- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science (квартиль Q1-Q2)– 10 баллов;
- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science (квартиль Q3-Q4)– 5 баллов;
- научная статья, опубликованная в рецензируемом издании, включенном в Перечень ВАК – 8 балла;
- научная статья, опубликованная в рецензируемом журнале, индексируемом в РИНЦ – 3 балла;
- тезисы докладов на конференциях, опубликованных в издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science – 3 балла;
- тезисы докладов на конференциях, опубликованных в издании, индексируемом в РИНЦ – 2 балла;
- патент на изобретение – 4 балла;
- патент на полезную модель, промышленный образец; свидетельство о регистрации программы ЭВМ – 2 балла.

Добавление баллов за каждое индивидуальное достижение проводится только при предоставлении подтверждающих документов.

Баллы за индивидуальные достижения засчитываются при условии их соответствия направленности программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Статьи, опубликованные в издании, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science, а также включенном в Перечень ВАК и/или РИНЦ учитываются не более одного раза с начислением наибольшего возможного количества баллов.

### **5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Кириллин, В.А. Техническая термодинамика: учебник для вузов по направлению 140100 «Теплоэнергетика» / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – М.: Издательский для МЭИ, 2008.– 308 с.

2. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: БАСТЕТ, 2010.– 242 с.

3. Сидельковский, Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий:

учебник для вузов / Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. – Издательство Бастет, 2009.– 186 с.

4. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – М.: Энергоиздат, 2009.– 468 с.

5. Копко, В.М. Тепловые сети: учебное пособие / В.М. Копко. - Минск: БНТУ, 2011. — 188 с.

## **6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник / О.Л. Данилов и др. – М.: Изд-во МЭИ, 2010.– 534 с.

2. Гидравлика, пневматика и термодинамика: курс лекций / под ред. В.М. Филина. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 320 с.

3. Лосавио, Н.Г. Тепломассообменное оборудование предприятий / Н.Г. Лосавио. М.: МИИТ, Лосавио Н.Г., 2011.– 53 с.

4. Теплоэнергетика. - М.:ООО МАИК «Наука/Интерпериодика», 2014. - №1. – 80 с.

5. Барилевич В.А., Смирнов Ю.А. Основы технической термодинамики и теории тепло - и массообмена Учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - М.: ИНФРА-М, 2014. – 432 с.

## **7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ**

1. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации <http://old.economy.gov.ru/minec/documents/doc1259754338763>

## **РАЗРАБОТЧИКИ**

Заведующий кафедрой  
«Промышленная теплоэнергетика»,  
к.т.н., доцент

К.В. Осинцев

Профессор кафедры  
«Промышленная теплоэнергетика»,  
д.т.н., профессор

М.М. Дудкин

## **ПРОГРАММА**

вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности:

### ***2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели***

#### **1. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА**

Вступительные испытания проводятся в письменной форме. Во время проведения вступительных испытаний их участникам запрещается использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.).

Вопросы сгруппированы в два раздела: «Рабочие процессы и динамика двигателей» и «Конструирование двигателей и системы двигателей».

В состав экзаменационного билета входит по одному вопросу из каждого раздела. Дополнительные вопросы (не более пяти) задаются при необходимости собеседования с абитуриентом.

Длительность экзамена 1 час (60 минут).

#### **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ:**

##### **Раздел 1. Рабочие процессы и динамика двигателей**

Газотурбинные и комбинированные двигатели. Классификация двигателей, энергетических машин и установок.

Характеристики углеводородных топлив. Скорость химических реакций горения. Цепные реакции. Воспламенение и зажигание топлив. Концентрационные границы. Распространение пламени в газах. Горение в двигателях с искровым зажиганием. Горение топлива в дизелях. Задержка воспламенения.

Процессы рабочего цикла поршневого ДВС. Рабочие тела и их свойства. Индикаторные показатели рабочего цикла. Показатели эффективности двигателей. Характеристики двигателей. Тепловой баланс двигателей.

Динамика двигателей. Кинематика КШМ. Силы, действующие в КШМ. Уравновешивание двигателей. Неравномерность хода двигателя. Эквивалентная система коленчатого вала. Формы колебаний крутильной системы. Резонансный режим работы двигателя. Способы снижения напряжений в коленчатых валах от крутильных колебаний.

##### **Раздел 2. Конструирование двигателей и системы двигателей**

Конструирование основных деталей, механизмов и систем ДВС. Методы расчета корпусных элементов, кривошипно-шатунных механизмов и механизмов

газораспределения ДВС. Современные методы и средства расчета основных деталей ДВС (метод конечно-элементного анализа).

Агрегаты наддува двигателей. Компрессионные устройства - компрессоры: поршневые, роторные, центробежные и осевые. Характеристики и регулирование компрессоров. Расширительные устройства - газовые турбины: осевые, радиальные. Характеристики и регулирование газовых турбин. Совместная работа агрегата наддува и двигателя. Охладители наддувочного воздуха.

Системы двигателей. Системы питания топливом бензиновых двигателей. Система питания топливом дизеля с топливным насосом высокого давления (ТНВД). Аккумулирующая система впрыскивания типа Common Rail. Топливные системы и системы воспламенения горючей смеси газовых двигателей. Система охлаждения. Смазочная система

### **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

#### *Экзаменационные вопросы к разделу 1:*

1. Газотурбинные и комбинированные двигатели.
2. Классификация двигателей, энергетических машин и установок.
3. Характеристики углеводородных топлив.
4. Скорость химических реакций горения. Цепные реакции.
5. Воспламенение и зажигание топлив.
6. Горение в двигателях с искровым зажиганием.
7. Горение топлива в дизелях. Задержка воспламенения.
8. Процессы рабочего цикла поршневого ДВС.
9. Рабочие тела и их свойства.
10. Индикаторные показатели рабочего цикла.
11. Показатели эффективности двигателей.
12. Характеристики двигателей.
13. Тепловой баланс двигателей.
14. Кинематика КШМ. Силы, действующие в КШМ.
15. Уравновешивание двигателей. Неравномерность хода двигателя.
16. Эквивалентная система коленчатого вала.
17. Формы колебаний крутильной системы.

18. Способы снижения напряжений в коленчатых валах от крутильных колебаний.

### ***Экзаменационные вопросы к разделу 2:***

1. Методы расчета корпусных элементов, кривошипно-шатунных механизмов и механизмов газораспределения ДВС.
2. Современные методы и средства расчета основных деталей ДВС (метод конечно-элементного анализа).
3. Компрессионные устройства - компрессоры: поршневые, роторные, центробежные и осевые.
4. Характеристики и регулирование компрессоров.
5. Расширительные устройства - газовые турбины: осевые, радиальные.
6. Характеристики и регулирование газовых турбин.
7. Совместная работа агрегата наддува и двигателя.
8. Охладители наддувочного воздуха.
9. Системы питания топливом бензиновых двигателей.
10. Система питания топливом дизеля с топливным насосом высокого давления (ТНВД).
11. Аккумулирующая система впрыскивания типа Common Rail.
12. Топливные системы и системы воспламенения горючей смеси газовых двигателей.
13. Система охлаждения.
14. Система смазки.

## **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОТВЕТОВ ПРЕТЕНДЕНТОВ**

Ответы претендентов на поступление в аспирантуру оцениваются следующим образом.

Вопросы из разделов 1,2 оцениваются по 50 балльной шкале.

Максимальное количество баллов – 100.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, – 50.

Вопросы по всем разделам оцениваются по 4 показателям:

1. Полнота ответа;



2. Ответы на дополнительные вопросы;
3. Способность самостоятельно анализировать информацию;
4. Логика изложения материала

Показатели и критерии оценивания ответов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели и критерии оценивания ответов

Показатель	Критерии оценивания
1. Полнота ответа (максимальный балл – 15)	Выставляется балл, соответствующий одному из критериев: 15 баллов – развернутый и полный ответ на вопрос; 12 баллов – правильный ответ на вопрос с неточностями в изложении отдельных положений; 9 баллов – в целом правильный ответ на вопрос, но с ошибками в изложении отдельных положений; 6 баллов – ответ содержит грубые ошибки; 3 балла – в ответе не содержатся сведения по существу вопроса; 0 баллов – нет ответа на вопрос
2. Ответы на дополнительные вопросы (максимальный балл – 15)	Задаются дополнительные вопросы, предполагающие короткие ответы. Выставляется балл, соответствующий одному из критериев: 15 баллов – даны верные ответы на все вопросы; 7 баллов – даны верные ответы на 2 вопроса; 3 балла – дан верный ответ на 1 вопрос 0 баллов – нет верных ответов
3. Способность самостоятельно анализировать информацию (максимальный балл – 10)	Общий балл при оценке складывается из следующих критериев: – наличие примеров с расчетами и графиками – 4 баллов; – выводы обоснованы – 3 балла; – использование дополнительной технической литературы 2 балла; – ссылки на зарубежные источники или авторов – 1 балл
4. Логика изложения материала (максимальный балл – 10)	Общий балл при оценке складывается из следующих критериев: – наличие плана ответа – 4 балла; – выдерживание причинно-следственной связи – 3 балла; – формулировка актуальности вопроса – 2 балла; – формулировка выводов изложенного – 1 балл

## 5. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Поршневые двигатели: теория, моделирование и расчет процессов. Учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по направлению подготовки 140500 "Энергомашиностроение" / Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков – Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. – 524 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.2. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Орлин А.С., Круглов М.Г., Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А. и др.; Под ред

Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1983. - 372 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.1. Теория рабочих процессов: Учеб./ Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А.С. и др.; Под ред Луканина В.Н. - М.: Высшая школа, 1995. - 368 с.

4. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.3. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Вырубов Д.Н., Ефимов С.И., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.

5. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.2. Динамика и конструирование: Учеб./ Луканин В.Н., Алексеев И.В., Шатров М.Г. и др.; Под ред Луканина В.Н. - М.: Высшая школа, 1995. - 319 с.

6. Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.4. Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Орлин А.С., Круглов М.Г., Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1985. - 456 с.

## **6. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. - М.: Машиностроение, 1977. – 280 с.

2. Астахов И.В. и др. Топливные системы и экономичность дизелей. - М.: Машиностроение, 1990. - 288 с.

3. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление ДВС. - М.: Машиностроение, 1989. - 416 с.

4. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. - М.: Высшая школа, 1972. - 327 с.

5. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания: Уч. Пособие. –М.: Машиностроение, 1988. –360 с.

6. Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Токсичность двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие. - М.: Изд-во РУДН, 1998. - 214 с.

7. Токсичность отработавших газов / Марков В.А., Баширов Р.М., Кислов В.Г. и др. - Уфа: Изд-во БГАУ, 2000. - 144 с.

8. Байков Б.П. Турбокомпрессоры для наддува дизелей: Справочное пособие. – Л.: Машиностроение, 1985. - 200 с.

9. Покровский Г.П. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости. – М.: Машиностроение, 1985.

10. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания: Учебник. - М.: Высшая школа, 1975. - 320 с.

11. Иващенко Н.А., Вагнер В.А., Грехов Л.В. Дизельные топливные системы с электронным управлением: Учебно-практическое пособие. – Барнаул: Изд-во АлГТУ, 2000. – 111 с.

## **7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ**

1. Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации  
<http://old.economy.gov.ru/minec/documents/doc1259754338763>

### **РАЗРАБОТЧИКИ**

Заведующий кафедрой  
«ДВСиЭСА»,  
к.т.н., доцент

А.Е. Попов

Проф. кафедры  
«ДВСиЭСА»,  
д.т.н., доцент

В.Е. Лазарев

