

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет авиационных двигателей, энергетики и транспорта

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета

ФАДЭТ

Протокол от «26» февраля 2024 г. № 8

Декан \_\_\_\_\_ / Д.А. Ахмедзянов

УТВЕРЖДЕНО

Проректор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_/ И.А. Макаренко



**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

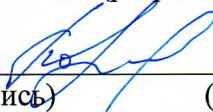
НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели

Отрасль науки:

«Технические»

Разработчик (разработчики):

  
(подпись) /К.т.н., доцент кафедры двигателей внутреннего сгорания Борисов А.О.  
(ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине по научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели утверждена на заседании кафедры двигателей внутреннего сгорания (Протокол от «29» января 2024 г. № 5).

## 0. Общие положения

1.1. Область науки:

Технические науки

Группа научных специальностей:

Энергетика и электротехника

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Технические науки

Шифр научной специальности:

Турбомашины и поршневые двигатели

1.2. Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине (далее «специальная дисциплина») по научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели) разработана в соответствии:

Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024) «О порядке присуждения ученых степеней»;

Приказом Минобрнауки России от 28.03.2014 г. № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня»;

Приказом Минобрнауки России от 05.08.2021 г. № 712 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в сфере высшего образования и науки и признании утратившими силу приказов Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2013 г. № 296 и от 22 июня 2015 г. № 607»;

Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093»;

Паспортом научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели;

Уставом УУНиТ;

Приказом УУНиТ от 07.03.2023 г. № 0527 «О Порядке прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов».

1.3. Программа кандидатского экзамена регламентирует цель, задачи, содержание, организацию кандидатского экзамена, порядок работы экзаменационной комиссии, порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата технических наук, и включает перечень вопросов, выносимых на кандидатский экзамен, рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену, в том числе, перечень литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для подготовки к кандидатскому экзамену.

1.4. Кандидатские экзамены представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата технических наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

## 2. Цель проведения кандидатского экзамена

Целью проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине является оценка степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук (аспиранта/прикрепленного лица) к проведению научных исследований по научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели и отрасли науки Технические науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация:

– проверка сформированности умений в области применения научных основ и экспериментальных исследований термодинамических, механических, тепло- и массообменных, физикохимических, гидрогазодинамических процессов в турбомашинах и поршневых двигателях, использования междисциплинарных установок и общенаучных понятий в решении комплексных задач теории и практики в конкретно научной исследовательской деятельности;

– владение основными научными категориями и методами моделирования на уровне, позволяющем получать качественные результаты при решении теоретических и прикладных задач в области технических дисциплин;

– получение практических навыков аргументации в обосновании научного статуса и актуальности конкретной исследовательской задачи, в работе с внеэмпирическими методами оценки выдвигаемых проблем и гипотез.

Сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

### **3. Задачи, решаемые в ходе сдачи кандидатского экзамена**

В ходе сдачи кандидатского экзамена необходимо оценить:

– способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

– способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области турбомашин и поршневых двигателей;

– знание основ рабочих процессов турбомашин и поршневых двигателей;

– знание основ конструкции узлов и агрегатов турбомашин и поршневых двигателей;

– знание методов научных исследований и испытаний турбомашин и поршневых двигателей.

### **4. Структура и содержание кандидатского экзамена**

4.1. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине по научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели проводится в устной форме по билетам.

Экзаменационный билет включает в себя два-три теоретических вопроса и практические вопросы по теме диссертационного исследования.

Продолжительность устного ответа на экзамене – 20 минут, время на подготовку к ответу на экзаменационный билет – до 30 минут.

4.2. Комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Решение, принятое комиссией, оформляется протоколом по установленной Университетом форме.

4.3. Университет вправе применять дистанционные образовательные технологии при проведении кандидатского экзамена. Особенности проведения кандидатских экзаменов с применением дистанционных образовательных технологий определяются локальным нормативным актом Университета.

При проведении кандидатского экзамена с применением дистанционных образовательных технологий Университет обеспечивает идентификацию личности аспирантов/прикрепленных лиц и контроль соблюдения требований, установленных локальным нормативным актом.

### **5. Перечень тем, вынесенных на кандидатский экзамен**

**Тема 1.** Разработка научных основ и экспериментальные исследования термодинамических, механических, тепло- и массообменных, физико-химических, гидрогазодинамических процессов в турбомашин и поршневых двигателях, исследования общих свойств и принципов функционирования отдельных систем, элементов, вспомогательного оборудования турбомашин и поршневых двигателей.

**Тема 2.** Разработка физико-математических моделей, пакетов прикладных программ, цифровых двойников, методов экспериментальных исследований, теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения эффективности, надежности и экологичности рабочих процессов турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования в составе объектов применения.

**Тема 3.** Экспериментальные исследования и физико-математическое моделирование динамики, напряженно-деформированного состояния, прочности и разрушения материалов, узлов и механизмов, их надежности, режимов работы турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования.

**Тема 4.** Совершенствование систем управления, регулирования, мониторинга технического состояния, диагностирования и контроля показателей функционирования турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования.

#### **6. Перечень документов и материалов, которыми разрешается пользоваться на кандидатском экзамене**

Во время проведения кандидатского экзамена аспирантам/прикрепленным лицам, запрещается иметь при себе и использовать средства связи.

#### **7. Перечень вопросов для проведения кандидатского экзамена:**

1. Токсичность бензиновых ДВС, способы ее снижения.
2. Работа дизеля по нагрузочной характеристике.
3. Фундаментальные принципы регулирования. Примеры в области турбомашин и поршневых двигателей.
4. Детонация в поршневых ДВС. Причины. Способы снижения. Влияние ее на эффективные показатели.
5. Токсичность дизельных ДВС. Способы снижения.
6. Тормозные устройства испытательных стендов.
7. Организация рабочего процесса в двигателях с непосредственным впрыском топлива и искровым зажиганием. Преимущества и недостатки расслоения смеси на частичных нагрузках.
8. Тепловой баланс двигателя.
9. Основные компоновочные схемы турбомашин и поршневых двигателей. Преимущества и недостатки различных схем.
10. Работа двигателя с внешним смесеобразованием по нагрузочной характеристике.
11. Течение газа в турбинах. Треугольники скоростей.
12. Устойчивость совместной работы системы «двигатель – тормозное устройство». Регулирование частоты вращения при испытаниях.
13. Настройка газоздушного тракта ДВС. Связь размеров настроенного ГВТ с режимом работы ДВС.
14. Влияние степени сжатия на индикаторные показатели двигателя.
15. Способы пуска двигателя. Сравнительный анализ.

16. Индикаторные показатели двигателя. Зависимость их от режима работы двигателя. Способы повышения.

17. Схемы и принцип работы центробежного и осевого компрессоров. Преимущества и недостатки.

18. Современная система подачи топлива для дизелей.

19. Токсичность двигателей с внешним смесеобразованием. Образование токсичных компонентов, нормы токсичности, способы снижения.

20. Физическая картина нестационарных эффектов во впускной системе. Возможность их использования. Впускные системы 4-тактных ДВС с изменением геометрии, эффект применения.

21. Механические показатели турбомашин и поршневых двигателей, их влияние на эффективные показатели, зависимость от режима работы. Способы улучшения.

22. Современные проблемы энергетики. Конкурентоспособность турбомашин и поршневых двигателей как источника механической и тепловой энергии.

23. Организация работы двигателя с внешним смесеобразованием на холостом ходе. Регулирование частоты вращения вала двигателя.

24. Процесс определения регулировочной характеристики двигателя по составу смеси.

25. Способы и устройства для облегчения запуска двигателя.

26. Применение альтернативных топлив в турбомашинах и поршневых двигателях.

27. Процесс определения регулировочной характеристики двигателя по углу опережения зажигания.

28. Индикаторная диаграмма турбомашин и поршневых двигателей. Ее экспериментальное определение. Обработка индикаторной диаграммы.

29. Принудительный холостой ход (ПХХ) ДВС. Организация работы современного двигателя на ПХХ.

30. Согласование характеристик турбокомпрессора и поршневой части комбинированного двигателя.

31. Процесс сжатия в турбомашинах и поршневых двигателях.

32. Процесс сгорания в турбомашинах и поршневых двигателях. Полнота сгорания.

33. Системы управления, регулирования, мониторинга технического состояния, диагностирования и контроля показателей функционирования турбомашин, поршневых двигателей.

34. Особенности современных рабочих процессов.

35. Организация сгорания в дизелях.

36. Организация сгорания в двигателях с внешним смесеобразованием.

37. Организация сгорания в двигателях с внутренним смесеобразованием и искровым зажиганием.

38. Развитие конструкций поршневых двигателей.

39. Токсичность отработавших газов поршневых двигателей.

40. Фактическая площадь контакта и фактическое давление.

41. Отличие внешнего трения от внутреннего.

42. Зависимость силы трения от относительного перемещения.

43. Молекулярно-механическая природа фрикционного взаимодействия.

44. Упругий контакт.

45. Упругий ненасыщенный контакт.

46. Упругий насыщенный контакт.

47. Пластический контакт.

48. Пластический ненасыщенный контакт.

49. Пластический насыщенный контакт.

25. Правило положительного градиента сдвигового сопротивления.

51. Понятие третьего тела.

52. Виды и режимы трения.

53. Сухое трение.

54. Трение при граничной смазке.

55. Трение при полужидкостной смазке.
56. Трение при жидкостной смазке.
57. Газообмен двухтактного двигателя с петлевой продувкой.
58. Газообмен двухтактного двигателя с прямоточной продувкой.
59. Газообмен четырехтактного двигателя.

## **8. Порядок оценки уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук**

8.1. Оценка уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук определяется экзаменационными комиссиями по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

8.2. При оценке знаний и уровня подготовки соискателя ученой степени кандидата наук, определяется:

- уровень освоения материала, предусмотренного программой кандидатского экзамена;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

8.3. Общими критериями, определяющими оценку уровня знаний соискателя ученой степени кандидата наук, являются:

– для оценки «отлично»: наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы;

– для оценки «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала;

– для оценки «удовлетворительно»: наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике;

– для оценки «неудовлетворительно»: наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## **9. Методические указания по подготовке к сдаче кандидатского экзамена**

При подготовке к кандидатскому экзамену рекомендуется:

Внимательно прочесть источники в списке рекомендуемой литературы и проанализировать информацию.

Сделать выписки (конспект) необходимой информации в соответствии с темами и экзаменационными вопросами.

Систематизировать и классифицировать полученные данные по тематическим разделам и экзаменационным вопросам.

Составить рабочие записи – ключевые опорные пункты в соответствии с логикой ответа на экзаменационные вопросы.

Подобрать необходимую иллюстративную информацию по содержанию ответа на экзаменационные вопросы.

В ходе подготовки к выполнению практического задания обучающийся анализирует результаты диссертационного исследования.

## **10. Перечень рекомендуемой литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. *Клеванский В.М.* Гидрогазодинамика: Учебное пособие. — 2-е изд., стер. — Уфа: УГАТУ, 2013. — 309 с.
2. *Борисов А.О., Загайко С.А.* Механизмы и системы двигателей внутреннего сгорания: /учеб. пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. — Уфа: УГАТУ, 2015. — 184 с.
3. *Черноусова А.А.* Основы численного моделирования рабочих процессов тепловых двигателей: Учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; — Уфа: УГАТУ 2008. — 265 с.
4. *Фортов, В.Е.* Уравнения состояния вещества. От идеального газа до кварк-глюонной плазмы / В. Е. Фортов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012 .— 501 с.
5. *Борисов А.О., Еникеев Р.Д.* Перспективные методы управления двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; — Уфа: УГАТУ 2011. — 113 с.
6. *Кавтарадзе Р.З.* Теория поршневых ДВС. Специальные главы: Учебник для ВУЗов. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 719 с.
7. ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com>.
8. ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан»: <http://e-library.ufa-rb.ru>.
11. Консорциум аэрокосмических вузов России: <http://elsau.ru>.