



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

06 » 2017 г.



Рабочая программа дисциплины
«Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей»

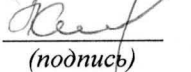
| | |
|---|--|
| Направление подготовки | 15.06.01 Машиностроение |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры | Машины, агрегаты и процессы в энергетическом машиностроении |
| Научная специальность | 05.02.13 Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении) |
| Квалификация выпускника: | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая кафедра: | Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС) |
| Форма обучения: | Очная |
| Курс 2 | Семестр: 4 |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 2 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 72 ч |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: – | зачёт: 4 |


Пермь 2017 г.

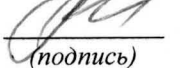
Рабочая программа дисциплины «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение.
- Общая характеристика образовательной программы.
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года).

Программа заслушана и утверждена на заседании кафедры РКТЭС, протокол от «24» авг 2017 г. № 18.

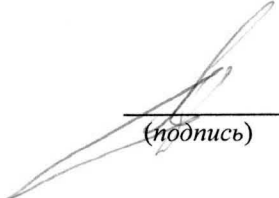
Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  М.И. Соколовский
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Разработчик программы д-р техн. наук, проф.  А.Ф. Сальников
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Руководитель программы д-р техн. наук, проф.  А.Ф. Сальников
(ученая степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям

 В.П. Первадчук
(подпись) (инициалы, фамилия)

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации

 Л.А. Свисткова
(подпись) (инициалы, фамилия)

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины

Цель дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области определения работоспособности энергетического оборудования, основанных на анализе фундаментальных и прикладных задач технической диагностики – неразрушающих методов контроля конструктивных элементов, узлов и системах газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и других энергетических установок, направленных на определение надежности и текущего их технического состояния и остаточного ресурса их работы.

В процессе изучения блока «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» аспирант формирует следующие компетенции:

– способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ОПК-4);

– способность использовать современные достижения науки, знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины

Основными задачами научных исследований аспиранта как ведущего звена в подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) являются:

– формирование определенной совокупности теоретических знаний о роли и месте технической диагностики в формировании оценки работоспособности, надежности и остаточного ресурса работы газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей);

– формирование умений выбора методов технической диагностики для анализа работоспособности, надежности и остаточного ресурса работы газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей;

– формирование навыков и освоение приемов проведения технической диагностики расчета надежности и остаточного ресурса работы газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

– газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели;
– методы оценки работоспособности, расчета надежности и остаточного ресурса работы газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей.

1.4 Место и учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.ДВ.02.4 «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

– основные направления в технической диагностике в рамках неразрушающих методов контроля;

- нормативы и порядок определения технических характеристик при проведении технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей;
- методы и приемы расчетов по определению надежности и остаточного ресурса конструктивных элементов и узлов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей;
- нормо-техническую документацию при организации работ по технической диагностике с помощью методов неразрушающего контроля;
- приборную базу по проведению технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей.

Уметь:

- определять основные показатели параметрических характеристик газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей при проведении исследований их работоспособности методами неразрушающего контроля;
- самостоятельно работать с технической литературой по выбору методик оценки технического состояния и надежности газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и формирования программ их технического обследования в рамках требований нормо-технической литературы.

Владеть:

- навыками обработки диагностической информации, полученной при проведении технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей;
- навыками оценки технического состояния и надежности газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и их основных элементов по результатам технической диагностики.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-4

| Код | Формулировка компетенции |
|-------|--|
| ОПК-4 | Способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения |

| Код | Формулировка дисциплинарной части компетенции |
|------------------|---|
| ОПК-4.Б1.ДВ.02.4 | Способность и готовность проводить техническую диагностику газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и оценивать их техническое состояние |

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|--|------------------------------|
| <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – виды неразрушающего контроля; – диагностическую модель газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – структуру систем технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей – организацию контроля технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – методы анализ технического состояния. | <p><i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p> | <p><i>Собеседование.</i></p> |

| | | |
|--|---|---|
| <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать приборную базу методов неразрушающего контроля технического состояния элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – определять основные показатели параметрических и технических характеристик газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей при проведении технической диагностики. | <p><i>Практические занятия.</i> <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p> | <p><i>Собеседование.</i> <i>Творческое задание.</i></p> |
| <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с оборудованием неразрушающего контроля по проведению диагностики технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – навыками оценки технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и их основных элементов. | <p><i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p> | <p><i>Собеседование.</i> <i>Творческое задание.</i></p> |

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

| Код | Формулировка компетенции |
|------|---|
| ПК-1 | Способность использовать современные достижения науки, знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности |

| Код | Формулировка дисциплинарной части компетенции |
|-----------------|--|
| ПК-1.Б1.ДВ.02.4 | Владение технологиями системного анализа технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей |

Требования к компонентному составу части компетенции

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|---|---|
| <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы приборной базы неразрушающих методов технической диагностики; – алгоритмы работы приборов технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – методы и приемы определения технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей. | <p><i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p> | <p><i>Собеседование.</i></p> |
| <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – формировать программы технического обследования газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей для выбранного метода технической диагностики; | <p><i>Практические занятия.</i> <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i></p> | <p><i>Собеседование.</i> <i>Творческое задание.</i></p> |

| | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – выбирать методики оценки технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – проводить техническую диагностику газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – оценивать техническое состояние газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей по результатам исследований. | | |
| <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с приборами контроля технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей; – навыками оценки технического состояния газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей. | <i>Самостоятельная работа аспирантов.</i> | <i>Собеседование. Творческое задание.</i> |

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 23Е (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Виды учебной работы | Трудоёмкость, час. |
|--------|--|--------------------|
| 1 | Аудиторная работа | 18 |
| | В том числе | |
| | – лекции (Л) | |
| | – практические занятия (ПЗ) | 16 |
| 2 | Контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 |
| 3 | Самостоятельная работа (СР) | 54 |
| 4 | Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен | – |
| 5 | Форма итогового контроля: | Зачет |
| 6 | Трудоёмкость дисциплины, всего: | |
| | в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ) | 72 2 |

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (4 семестр)

| Номер раздела дисциплины | Номер темы дисциплины | Количество часов и виды занятий | | | | | Трудоёмкость, ч / ЗЕ | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---|-----------|----------|-------------------|----------------------|------------------------|
| | | аудиторная работа | | | КСР | Итоговый контроль | | Самостоятельная работа |
| | | всего | Л | ПЗ | | | | |
| 1 | 1 | 4 | | 4 | | | 14 | 18 |
| | 2 | 4 | | 4 | | | 13 | 17 |
| Всего по разделу: | | 8 | | 8 | 1 | | 27 | 36/1 |
| 2 | 3 | 4 | | 4 | | | 14 | 18 |
| | 4 | 4 | | 4 | | | 13 | 17 |
| Всего по разделу: | | 8 | | 8 | 1 | | 27 | 36/1 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | | |
| Итого: | | 16 | | 16 | 2 | | 54 | 72/2 |

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. Методы технической диагностики

(ПЗ – 8, СР – 27)

Тема 1. Виды неразрушающего контроля

Понятия неразрушающего контроля Классификация по видам. Физические основы методов неразрушающего контроля, достоинства и недостатки, условия применения. Соизмеримость объема используемых методов неразрушающего контроля и достоверность информации о техническом состоянии объекта, качественные и количественные показатели методов неразрушающего контроля. Развитие методов неразрушающего контроля и использование достижений физики и компьютерной техники при проведении исследований.

Визуально-измерительный метод, Волновые методы (акустический, вибрационный, ультразвуковой, тепловой, рентгеновский). Физические методы (магнитный, вихретокавый, капиллярный, газоаналитический).

Тема 2. Диагностическая модель газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей.

Развитие методов технической диагностики и использование достижений физики и компьютерной техники. Тестовое и функциональное диагностирование Математическое моделирование, информационные аспекты технической диагностики. Модели, используемые в СТД. Их классификация, свойства и краткое описание. Математические и физические модели. Масштабные модели. Электрические модели. Статические модели в СТД. Их особенности и применение статических моделей. Формирование систем статических параметров в СТД. Блок-схема газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей. Их виброакустические (в/а) и гидродинамические (г/д) свойства. Источники шумов (в/а, г/д,

нейтронных и температурных), их частотные и временные параметры. Электрические модели механических систем. Усталостные характеристики механических систем.

Раздел 2. Надежность и остаточный ресурс (ПЗ – 8, СР –27)

Тема 3. Оценка технического состояния

Методики расчета остаточного ресурса газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей. Методы определения технического состояния по результатам методов неразрушающего контроля, формирование отчетных документов результатов технической диагностики. Права и обязанности инженерной службы предприятия при проведении технической диагностики. Мероприятия и сроки выполнения предписаний и рекомендаций по результатам технической диагностики.

Тема 4. Расчет надежности газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей

Методики расчета надежности газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей. Методы определения вероятности отказа элементной базы газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства |
|--------|-----------------------|--|---------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | Методы неразрушающего контроля | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |
| 2 | 2 | Отчетная документация результатов технической диагностики | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |
| 3 | 3 | Расчет остаточного ресурса по результатам технической диагностики. | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|------------------------------------|--|
| 4 | 4 | Расчет параметрической надежности газотурбинного двигателя. | Собеседование. Творческое задание. | Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий. |

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы самостоятельной работы | Наименование оценочного средства | Представление оценочного средства |
|--------|-----------------------|---|----------------------------------|--|
| 1 | 1 | Разработка методики неразрушающего контроля газотурбинного двигателя, нагнетателя, паровой машины | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 2 | 2 | Формирование систем статических параметров в СТД. Блок-схема газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей. Их виброакустические (в/а) и гидродинамические (г/д) свойства. Источники шумов (в/а, г/д, нейтронных и температурных), их частотные и временные параметры | Собеседование | Вопросы по темам / разделам дисциплины |
| 3 | 3 | Методы определения технического состояния по результатам методов неразрушающего контроля, формирование отчетных документов результатов технической диагностики. | Творческое задание | Темы творческих заданий |
| 4 | 4 | Методы определения вероятности отказа элементной базы газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей | Творческое задание | Темы творческих заданий |

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

| | | | |
|--|--|-------------------------------------|---------------------|
| Б1.ДВ.02.4 «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» | Блок 1 «Дисциплины (модули)» | | |
| <i>(индекс и полное название дисциплины)</i> | <i>(цикл дисциплины/блок)</i> | | |
| <input type="checkbox"/> | базовая часть цикла | <input type="checkbox"/> | обязательная |
| <input checked="" type="checkbox"/> | вариативная часть цикла | <input checked="" type="checkbox"/> | по выбору аспиранта |
| 15.06.01 05.02.13 | Машиностроение / Машины, агрегаты, и процессы в энергетическом машиностроении | | |
| <i>код направления/ шифр научной специальности</i> | <i>(полные наименования направления подготовки / направленности программы)</i> | | |
| <u>2017</u> <i>(год утверждения учебного плана)</i> | Семестр <u>4</u> | Количество аспирантов <u>2</u> | |
| <u>Аэрокосмический</u> <i>(факультет)</i> | | | |
| <u>РКТЭС</u> <i>(кафедра)</i> | <u>тел. 8(342)239-12-33; rkt@pstu.ru</u> <i>(контактная информация)</i> | | |

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий |
|---|---|--|
| | 2 | 3 |
| 1 Основная литература | | |
| 1 | Березкин Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем: учебное пособие / МИФИ. – Москва, 2012. – 150 с. | <i>кафедра</i> |
| 2 | Сальников А.Ф. Виброакустическая диагностика технических объектов. –Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011 – 246 с. | 44 |
| 2 Дополнительная литература | | |
| 2.1 Учебные и научные издания | | |
| 1 | Костюков В.Н., Наumenко А.П.и др. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Стационарные поршневые компрессорные установки опасных производств: эксплуатационные нормы вибрации. – М.: Компрессорная и химическая техника, 2012. – 18 с. | <i>кафедра</i> |
| 2 | Неразрушающий контроль: Справочник в 8 т. / Под ред. академ. РАН Клюева В.В. М.: Машиностроение. – 2006-2008. | <i>кафедра</i> |
| 3 | Сапожников В.В. Основы технической диагностики: учебное пособие для вузов. – М.: Маршрут, 2004. – 316 с. | 10 |
| 2.2 Периодические издания | | |
| 1 | Заводская лаборатория Динамика, контроль, диагностика | |
| 2 | Измерительная техника | |
| 3 | Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника | |
| 2.3 Нормативно-технические издания | | |
| 1 | ГОСТ 2.103–68 Единая система конструкторской документации. | <i>StandartGost.ru</i> |
| 2 | ГОСТ Р ЕН 9101-2011 Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. | <i>StandartGost.ru</i> |
| 3 | ГОСТ Р 54404-2011 Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия | <i>StandartGost.ru</i> |
| 4 | ГОСТ 28775-90 Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия | <i>StandartGost.ru</i> |
| 2.4 Официальные издания | | |
| 1 | Конституция Российской Федерации | <i>КонсультантПлюс</i> |
| 2 | Трудовой кодекс Российской Федерации | <i>КонсультантПлюс</i> |

| № | Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i> | Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий |
|---|---|---|
| | 2 | 3 |
| 3 | Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» | <i>КонсультантПлюс</i> |

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Сайт Высшей аттестационной комиссии <http://vak.ed.gov.ru/>

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 5

| № п.п. | Помещения | | | Площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|--------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | Название | Принадлежность (кафедра) | Номер аудитории | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Компьютерный класс | Кафедра РКТЭС | 314 | 72 | 12 |
| 2 | Лаборатория | Кафедра РКТЭС | 118 | 84 | 5 |

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 6

| № п/п | Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката) | Кол-во, ед. | Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.) | Номер аудитории |
|-------|---|-------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Персональные компьютеры (процессор: AMD FX-8150, ОЗУ: 8 Gb – 7 шт.; процессор: AMD Phenom II X4 970, ОЗУ: 8 Gb – 5 шт.) | 12 | Оперативное управление | 314, корпус Д |

Лист регистрации изменений

| № п/п | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

06 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
(Приложение к рабочей программе дисциплины)
**«Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных
установок и двигателей**

| | |
|---|---|
| Направление подготовки | 15.06.01 Машиностроение |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры | Машины, агрегаты и процессы в энергетическом машиностроении |
| Научная специальность | 05.02.13 Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении) |
| Квалификация выпускника: | Исследователь. Преподаватель-исследователь |
| Выпускающая кафедра: | Ракетно-космическая техника и энергетические системы (РКТЭС) |
| Форма обучения: | Очная |
| Курс: 2 | Семестр (ы): 4 |
| Трудоёмкость: | |
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 2 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 72 ч |
| Виды контроля с указанием семестра: | |
| Экзамен: | зачёт: 4 |

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» разработан на основании следующих нормативных документов:

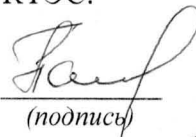
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 – Машиностроение.
- Общая характеристика образовательной программы.
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении), разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.02.13 Машины, агрегаты, и процессы (в машиностроении)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры РКТЭС.

Протокол от «24» авг 2014 г. № 18.

Заведующий кафедрой

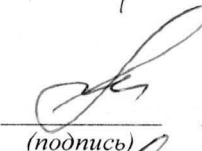
д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

М.И. Соколовский
(инициалы, фамилия)

Разработчик программы

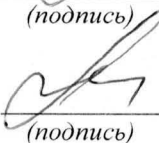
д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Ф. Сальников
(инициалы, фамилия)

Руководитель программы

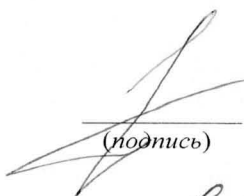
д-р техн. наук, проф.
(ученая степень, звание)


(подпись)

А.Ф. Сальников
(инициалы, фамилия)


СОГЛАСОВАНО:

Председатель комиссии
по подготовке научных кадров
Совета по науке и инновациям


(подпись)

В.П. Первадчук
(инициалы, фамилия)

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


(подпись)

Л.А. Свисткова
(инициалы, фамилия)

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.02.4 «Техническая диагностика и надежность газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

– способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ОПК-4);

– способность использовать современные достижения науки, знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности (ПК-1).

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В 4 семестре предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций знать, уметь, владеть, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Вид контроля | |
|---|--------------|-------|
| | 4 семестр | |
| | Текущий | Зачёт |
| Усвоенные знания | | |
| 3.1 основные направления в технической диагностике в рамках неразрушающих методов контроля; | С | ТВ |
| 3.2 нормативы и порядок определения технических характеристик при проведении технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей | С | ТВ |
| 3.3 методы и приемы расчетов по определению надежности и остаточного ресурса конструктивных элементов и узлов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей | С | ТВ |
| 3.4 нормо-техническую документацию при организации работ по технической диагностике с помощью методов неразрушающего контроля | С | ТВ |
| 3.5 приборную базу по проведению технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей | С | ТВ |

| Освоенные умения | | |
|---|-----|----|
| У.1 определять основные показатели параметрических характеристик газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей при проведении исследований их работоспособности методами неразрушающего контроля | ОТЗ | ПЗ |
| У.2 самостоятельно работать с технической литературой по выбору методик оценки технического состояния и надежности газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и формирования программ их технического обследования в рамках требований нормо-технической литературы. | ОТЗ | ПЗ |
| Приобретенные владения | | |
| В.1 навыками обработки диагностической информации, полученной при проведении технической диагностики газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей | ОТЗ | ПЗ |
| В.2 навыками оценки технического состояния и надежности газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей и их основных элементов по результатам технической диагностики. | ОТЗ | ПЗ |

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

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

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме

собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

| Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|-------------------------|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения. |
| <i>Незачтено</i> | Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии. |

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

| Уровень освоения | Критерии оценивания уровня освоения учебного материала |
|-------------------------|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты. |
| <i>Незачтено</i> | Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание. |

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (4 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности

компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------------|---|
| <i>Зачтено</i> | <p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> |
| <i>Незачтено</i> | <p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p> |

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 5

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

| Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций | Критерии оценивания компетенции |
|---|---|
| <i>Зачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено» |
| <i>Незачтено</i> | Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено» |

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

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

4.1 Типовые творческие задания:

1. Методы неразрушающего контроля, применяемые в энергомашиностроении
2. Нормо-техническая документация технической диагностики
3. Организация и приемы проведения технической диагностики при функционировании агрегатов
4. Формирование показателей для оценки надежности работы газотурбинных двигателей

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Визуально-измерительный контроль на газокompрессорных станциях
2. Формирование оценочных показателей надежности работы агрегата по результатам его технической диагностики
3. Теоретические основы расчета остаточного ресурса агрегата.
4. Приборная база технической диагностики ГТУ

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Выбрать приборную базу для проведения технической диагностики газотурбинной установки.
2. Составить структурную схему алгоритма расчета остаточного ресурса нагнетателя по результатам технической диагностики
3. Разработать алгоритм параметрической надежности парогазогенератора
4. Оценить техническое состояние агрегата по результатам ВД контроля

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «РКТЭС».

Лист регистрации изменений

| № п/п | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|----------|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |