

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ-  
РАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Нововоронежский политехнический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» *марта* 2023г., протокол № 550

**ФОНД**  
**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**«Техническое диагностирование технологического**  
**оборудования»**

**Направление подготовки:** 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

**Наименование образовательной программы:** Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Нововоронеж 2023 г.

# 1. Паспорт фонда оценочных средств

## 1.1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-15 – Способен выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации.

ПК-18 - Способен участвовать в демонтаже, ремонте, проверке, монтаже, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данной компетенции участвуют дисциплины и виды практик:

### ПК-15

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Техническое диагностирование технологического оборудования

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

### ПК-18

Физика ядерных реакторов

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Тепломассообмен

Техническое диагностирование технологического оборудования

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате освоения дисциплины студенты, для формирования данных компетенций студенты должны:

**знать:**

З1- оборудование для замены и обеспечения проведения мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;

З2- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования;

**уметь:**

У1- выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;

У2- проводить входной контроль поступившего оборудования;

**владеть:**

В1- навыками выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;

В2- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

Формой аттестации по дисциплине является зачет с оценкой.

Сформированность данных компетенций проверяется в итоговой аттестации при выполнении и защиты выпускной квалификационной работы

**1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции по этапам их формирования:**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Диагностирование оборудования в энергетическом машиностроении	ПК-15; ПК-18	2ЛР	3ПР
2	Теоретические основы методов обработки информации	ПК-15; ПК-18	6ЛР	7ПР

Промежуточная аттестация успеваемости студентов осуществляется на основании дифференцированных оценок выполнения и защиты лабораторных и практических работ

### 1.3. Основные показатели оценивания компетенций:

Соотнесение формируемых компетенций со знаниями, умениями и навыками приведено в следующей таблице:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
3	Диагностирование оборудования в энергетическом машиностроении	ПК-15; ПК-18	ЛР	ПР
4	Теоретические основы методов обработки информации	ПК-15; ПК-18	ЛР	ПР

Основные показатели оценивания знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, представлены в таблице:

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Основные показатели оценки результатов	Формируемые компетенции
<p>З1- оборудование для замены и обеспечения проведения мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;</p> <p>З2- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования</p>	Спектральные методы обработки сигналов. Постановка задачи обнаружения. Критерии принятия решений. Критерий Байеса. Критерий Неймана-Пирсона.	ПК-15; ПК-18
<p>У1- выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;</p> <p>У2- проводить входной контроль поступившего оборудования</p>	Закон распределения вероятностей исследуемой величины. Количественная оценка информационного содержания сигналов. Энтропия непрерывных сигналов. Количество информации при измерениях физических величин. Оценка энтропийного значения погрешности при измерениях.	ПК-15; ПК-18
<p>В1- навыками выбирать оборудование для замены и обеспечивать проведение мероприятий по устранению выявленных недостатков в процессе эксплуатации;</p> <p>В2- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки</p>	Система диагностирования реакторных установок АЭС. Диагностика электропроводной аппаратуры АЭС. Выявление диагностических признаков в спектре диагностического сигнала. Идентификация состояния оборудования по спектру его диагностического сигнала.	ПК-15; ПК-18

оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования		
--	--	--

## 1.4. Перечень оценочных средств

Характеристика оценочных средств по дисциплине представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Лабораторная работа	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных заданий в соответствии с заданным алгоритмом проведения работ. Выполняется в индивидуальном порядке.	Комплект лабораторных работ
2	Практическая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве. Выполняется в групповом порядке.	Комплект практических работ
3	Итоговый контроль	Контроль, осуществляемый при полном завершении курса; может проводиться в любой форме (экзамена, тестирования) с выставлением, как правило, дифференцированной оценки	

## 2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### для оценки знаний, умений, навыков по дисциплине

Типовые контрольные задания представлены в соответствии с перечнем оценочных средств по дисциплине в следующей структуре:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- сами оценочные средства с выделением правильных ответов (для тестов и контрольных работ);
- критерии и шкалы оценивания.

## 2.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Оценочные средства для входного контроля не предусмотрены.

## 2.2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Лабораторные работы по разделам «Теоретические основы методов обработки информации» и «Диагностирование оборудования в энергетическом машиностроении». Максимальное количество баллов за лабораторную работу – 10 баллов.

Лабораторная работа №1. Определение токово-временных параметров регулирующей арматуры.

Цель лабораторной работы: определить исправность регулирующей арматуры по току, протекающему в обмотках её двигателя в процессе функционирования.

Задание на лабораторную работу. Студент согласно варианту получает сигналы тока, записанные с помощью системы диагностики арматуры. Необходимо построить огибающие сигналов, определить токово-временные параметры, сравнить параметры с нормативными значениями, провести статистическую обработку результатов.

Вопросы по лабораторной работе №1

1. В каких случаях ЭПА считается работоспособной?
2. Что принято называть огибающей сигнала?
3. Какие участки, соответствующие срабатыванию оборудования, можно выделить в типовой форме огибающей токового сигнала?
4. Перечислите элементы измерительной части системы диагностики ЭПА.
5. Какие токово-временные параметры определяются при диагностике ЭПА?
6. По какой формуле рассчитывается плавность хода?

Лабораторная работа №2. Определение спектральных параметров сигналов тока регулирующей арматуры.

Цель лабораторной работы: определение диагностических признаков в спектрах диагностических сигналов регулирующей арматуры

Задание на лабораторную работу. Студент согласно варианту получает сигналы тока, записанных со статорных обмоток двигателей электроприводного оборудования. Необходимо построить спектры сигналов и оценить по ним диагностические признаки.

Вопросы по лабораторной работе №2

1. Какое преобразование используется для получения спектра сигнала? В чем его физический смысл? Почему спектральный анализ используется в сфере технической диагностики?

2. Почему при спектральном анализе диагностических сигналов используется логарифмическая амплитудная шкала? Какие параметры можно задать при получении спектра в пакете LabView?

3. Что такое основная гармоника, субгармоники и высшие гармоники? Что такое модуляция и комбинационные частоты?

## 2.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Практическая работа №1. Оценка показателей качества диагностирования

Цель: исследование относительного влияния состояния электромеханической системы на значения её диагностических параметров.

Задание на практическую работу. Студент исследует шесть пар сигналов вибрации и шесть пар сигналов тока. В каждой паре один соответствует исправному состоянию, а второй неисправному. Требуется, получив функции распределения вероятности параметров сигналов, оценить вероятности пропуска дефекта или ложной информации о дефекте

Вопросы по практической работе №1

1. Что такое натурный эксперимент? С какой целью он проводится?
2. Каковы условия проведения эксперимента, результаты которого исследуются в практической работе?
3. Какова природа исследуемых диагностических сигналов? Как они изменяются под влиянием условий эксперимента?
4. Какой обработке, и с какой целью подвергается сигнал согласно условиям практической работы?
5. Какими параметрами характеризуется функция распределения случайной величины?
6. Что представляет собой функция распределения вероятности диагностических параметров? Чему равна площадь под графиком плотности распределения вероятности? Как оценивается вероятность пропуска дефекта и ложной тревоги?

Практическая работа №2. Проверка гипотез с использованием статистических критериев при оценке технического состояния оборудования

Цель: проверка статистической гипотезы «в спектре сигналов вибрации и тока электромеханической системы при наличии дефектов наблюдается рост амплитуд на частотах дефектной детали».

Задание на практическую работу. Студент получает по десять выборок из шести диагностических сигналов, три из которых соответствуют исправному состоянию подшипника, а три неисправному. Требуется, сравнив спектры в исправном и неисправном состоянии получить выборки диагностических признаков и применить к этим выборкам критерий Уилкоксона..



## Вопросы по практической работе №2

1. Какая гипотеза подвергается проверке в практической работе?
2. Что представляют собой исходные данные исследования? Как получают сравниваемые выборки диагностических параметров?
3. Как присваиваются ранги сдвигов парных параметров? Что такое инверсный ранг?
4. Каков порядок применения критерия Уилкоксона?
5. Как оценить влияние природы сигнала, направление вибрации на статистическую значимость диагностических признаков в данных сигналах?

### *Критерии оценки для лабораторных и практических работ*

0-8 баллов - студент не смог продемонстрировать ключевые знания, умения и навыки по рассматриваемой теме.

9-13 баллов - студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, но не смог продемонстрировать глубокого понимания предмета изучения по большинству вопросов раздела (ов).

14-15 баллов - студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, глубокое всестороннее понимание раздела (ов).

## 2.3 Оценочные средства для проведения итоговой аттестации

### 2.3.1 Вопросы к зачету

1. Закон распределения вероятностей исследуемой величины.
2. Количественная оценка информационного содержания сигналов.
3. Энтропия непрерывных сигналов.
4. Количество информации при измерениях физических величин.
5. Оценка энтропийного значения погрешности при измерениях.
6. Спектральные методы обработки сигналов.
7. Постановка задачи обнаружения.
8. Критерии принятия решений.
9. Критерий Байеса.
10. Критерий Неймана-Пирсона.
11. Критерий Уилкоксона.
12. Оценка вероятности ошибок первого и второго родов при выявлении дефектов электромеханических систем.
13. Статистическая значимость диагностических признаков.
14. Системы диагностирования оборудования первого контура АЭС.
15. Диагностика электропроводной аппаратуры АЭС.
16. Выявление диагностических признаков в спектре диагностического сигнала.
17. Идентификация состояния оборудования по спектру его диагностического сигнала.

## 18. Оценка показателей технического обслуживания оборудования АЭС с использованием Марковских моделей.

Зачет выставляется по результатам семестровой работы студентов, сдачи ими отчета по лабораторным работам и ответа на билет, содержащий 2 вопроса из вышеприведенных.

### 2.3.2 Распределение типов билетов по элементам знаний и умений и владений

Содержание билетов	З.1, З.2	У.1, У.2	В.1, В.2
Билет №1	+	+	+
Билет №2	+	+	+
Билет №3	+	+	+
Билет №4	+	+	+
Билет №5	+	+	+
Билет №6	+	+	+
Билет №7	+	+	+
Билет №8	+	+	+
Билет №9	+	+	+
Билет №10	+	+	+
Билет №11	+	+	+
Билет №12	+	+	+

### Критерии и шкалы оценивания

Критерии оценки знаний по дисциплине:

Критерии оценки зачета

Максимальный балл за экзамен составляет 40, минимальный – 24.

0-23 баллов – студент не смог продемонстрировать ключевые знания, умения и навыки по курсу учебной дисциплины.

24-27 балл – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, но не смог продемонстрировать глубокого понимания предмета изучения.

28-35 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, продемонстрировал, в основном, глубокое понимание материала.

36-40 баллов – студент продемонстрировал ключевые знания, умения и навыки, глубокое всестороннее понимание изученного теоретического материала и его практическое применение.

Зачтено «Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

Зачтено «Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Зачтено «Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Зачтено «Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

Не зачтено «Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.