

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый проректор  
С.Н. Щербич  
«30» августа 2019 г.  
Дата дополнений и изменений

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Физико-математические основы неразрушающего контроля и диагности-**  
**ки»**

образовательной программы высшего образования  
программы бакалавриата

**27.03.01 – Стандартизация и метрология**

Направленность:

**Стандартизация, метрология и управление качеством**

Формы обучения: очная, заочная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Физико-математические основы неразрушающего контроля и диагностики» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Стандартизация и метрология (Стандартизация, метрология и управление качеством), утвержденными:

- для очной формы обучения «29» августа 2019 года;
- для заочной формы обучения «29» августа 2019 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов» « 29» мая 2019 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил  
доцент, канд. техн. наук



В.Е. Овсянников

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Автоматизация  
производственных процессов»

Е.К. Карпов

Специалист по учебно-  
методической работе  
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности



С.Н. Синецын

## 1. Объем дисциплины

Всего: 5 зачетных единиц (180 академических часов)

### Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	12	12
Практические работы	12	12
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>156</b>	<b>156</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	129	129
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	2	2
Практические занятия	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>174</b>	<b>174</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к экзамену	27	27
Выполнение контрольной работы	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	129	129
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-математические основы неразрушающего контроля и диагностики» относится к учебным вариативным дисциплинам, дисциплина по выбору первого блока программы бакалавриата (ПБ) направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология». Дисциплина по выбору.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Взаимозаменяемость и нормирование точности.

Результаты обучения по дисциплине необходимы как базовые для изучения дисциплины «Методы и средства измерений, испытаний и контроля», а также выпускной квалификационной работы при выполнении технологического раздела.

## 3. Планируемые результаты обучения

**Целью** изучения дисциплины является ознакомление с физическими принципами и математическими закономерностями, лежащими в основе методов и технологий определения состояния и качества рассматриваемого объекта контроля. При изучении данного предмета у студента должно выработаться понимание того, каким видом и количественным параметром физического воздействия необходимо пользоваться при реализации того или иного метода контроля и диагностики.

**Задачами** дисциплины является: Формирование у обучающихся представлений о физической сущности явлений, лежащих в основе наиболее широко применяемых методов неразрушающего контроля.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3);
- способностью проводить мероприятия по контролю и повышению качества продукции, организации метрологического обеспечения разработки, производства, испытаний, эксплуатации и утилизации (ПК-12);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать основные физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной информации (ПК-12);
- Уметь выбирать необходимые физические эффекты, лежащие в основе методов измерения и контроля основных физических величин, испытания изделий в зависимости от предъявляемых требований и внешних условий (ПК-12);

- Владеть навыками построения элементов математических моделей физических эффектов, лежащих в основе различных методов неразрушающего контроля и диагностики (ПК-3).

В рамках освоения дисциплины «Физико-математические основы неразрушающего контроля и диагностики» обучающиеся готовятся к решению следующих профессиональных задач:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством.

В рамках освоения дисциплины «Физико-математические основы неразрушающего контроля и диагностики» обучающиеся готовятся к использованию следующих трудовых функций профессионального стандарта:

- Разработка и аттестация методик измерений и испытаний;
- Разработка и внедрение специальных средств измерений

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Учебно-тематический план

#### Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	Задачи, решаемые с применением неразрушающего контроля и диагностики	1		-
	2	Виды обнаруживаемых дефектов материалов	2		-
	3	Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий	2		-
		Рубежный контроль №1	1		-
Рубеж 2	4	Технические возможности методов дефектоскопического контроля и диагностики	2		-
	5	Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики	2		-
	6	Классификация и области применения методов неразрушающего контроля и диагностики	1	12	-
		Рубежный контроль №2	1		-
<b>Всего:</b>			<b>12</b>	<b>12</b>	<b>-</b>

#### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
1	Задачи, решаемые с применением неразрушающего контроля и диагностики	2	-	-
2	Виды обнаруживаемых дефектов материалов	-	-	-
3	Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий	-	-	-
4	Технические возможности методов дефектоскопического кон-	-	-	-

	троля и диагностики			
5	Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики	-	-	-
6	Классификация и области применения методов неразрушающего контроля и диагностики	-	4	-
Всего:		2	4	-

#### **4.2. Содержание лекционных занятий**

##### ***Тема 1. Задачи, решаемые с применением неразрушающего контроля и диагностики***

Возможности и применимость методов неразрушающего контроля на различных стадиях жизненного цикла изделий. Эффективность неразрушающего контроля и диагностики. Преимущества неразрушающего контроля. Задачи, решаемые различными методами контроля.

##### ***Тема 2. Виды обнаруживаемых дефектов.***

Характеристики дефектов типа нарушения сплошности материалов при литье, пластическом деформировании, сварке, а также при других видах обработки. Дефекты, возникающие при эксплуатации изделий.

##### ***Тема 3. Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий***

Применимость визуально-оптического, капиллярного, магнитного, ультразвукового и других методов неразрушающего контроля и диагностики на различных этапах жизненного цикла изделий.

##### ***Тема 4. Технические возможности методов дефектоскопического контроля и диагностики***

Технические возможности визуально-оптического, капиллярного, магнитного, ультразвукового и других методов неразрушающего контроля и диагностики при решении различных задач выявления дефектов.

##### ***Тема 5. Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики***

Влияние внешних условий, материала изделия, условий эксплуатации, вида применяемого технологического воздействия и других факторов на выбор того или иного метода неразрушающего контроля и диагностики.

##### ***Тема 6. Классификация и области применения методов неразрушающего контроля и диагностики***

Классификация методов неразрушающего контроля и диагностики. Физические основы методов неразрушающего контроля и диагностики. Области применения.

### 4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практической работы	Норматив времени, час.	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
6	Классификация и области применения методов неразрушающего контроля и диагностики	Визуально-оптический контроль. Физико-математические основы	1	-
		Капиллярная дефектоскопия. Физико-математические основы	2	1
		Магнитные методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	2	1
		Вихретоковые методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	2	1
		Акустические методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	1	1
		Радиационные методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	1	-
		Электрические методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	1	-
		Тепловые методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	1	-
		Вибрационные методы контроля и диагностики. Физико-математические основы	1	-
<b>Всего:</b>			<b>12</b>	<b>4</b>

### 4.4. Контрольная работа

Изучение дисциплины предполагает выполнение контрольной работы студентами заочной формы обучения работы в 4 семестре. Тематика контрольной работы устанавливается преподавателем, который устанавливает конкретное изделие, подлежащее неразрушающему контролю или диагностике, а также стадию жизненного цикла изделия, на которой выполняются данные операции.



Студент согласно выданного задания, должен выбрать и обосновать метод неразрушающего контроля или диагностики. После этого, необходимо изложить сущность и физико-математические основы выбранного решения.

Примечание: Контрольные работы выполняются в виде реферата объемом 15-20 листов печатного текста.

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать наиболее важные моменты на которые обращает внимание преподаватель.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения практических работ является самостоятельная подготовка к ним путем повторения материала лекций.

Преподавателем запланировано применение на практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения практических работ и защиты отчетов.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется бально-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), подготовка к экзамену, выполнение контрольных работ (для заочной формы обучения).

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице.

### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

#### **Рекомендуемый режим самостоятельной работы (2 семестр)**

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обу- чения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	79
Задачи, решаемые с применением неразрушающего контроля и диагностики	15
Виды обнаруживаемых дефектов материалов	15
Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий	15
Технические возможности методов дефектоскопического контроля и диагностики	19
Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики	15
Подготовка к практическим занятиям (по 5 часов на каждое занятие)	30
Подготовка к рубежным контролям (по 10 часов на рубеж)	20
Выполнение контрольной работы	-
Подготовка к экзамену	27
<b>Всего:</b>	<b>156</b>

#### **Рекомендуемый режим самостоятельной работы заочной формы обучения (4 семестр)**

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обу- чения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	99
Задачи, решаемые с применением неразрушающего контроля и диагностики	20
Виды обнаруживаемых дефектов материалов	20
Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий	20
Технические возможности методов дефектоскопического контроля и диагностики	20
Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики	17
Подготовка к практическим занятиям (по 15 часов на каждое занятие)	30
Выполнение контрольной работы	18
Подготовка к экзамену	27
<b>Всего:</b>	<b>174</b>

Приветствуется выполнение разделов самостоятельной работы в лабораториях и компьютерном классе кафедры "Автоматизация производственных процессов".

## 6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Бально-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Контрольная работа (для заочной формы обучения).
3. Банк заданий к экзамену.
4. Банк заданий к рубежным контролям №1,2 (для очной формы обучения).

### 6.2. Система бально-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

Очная форма обучения (семестр 2)

№	Наименование	Содержание		
	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводится до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов за 2 семестр		
		Вид учебной работы	Бальная оценка	Примечания
		Посещение лекций	2	За прослушанную лекцию. Всего: 12 баллов
		Работа на практических занятиях	0..3 (в зависимости от активности)	Максимум 18 баллов.
		Рубежный контроль №1	20	Опрос по блоку «Области применения, цели и задачи НКВД»
		Рубежный контроль №2	20	Опрос по блоку «Физико-математические основы НКВД»
		Экзамен	30	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично		
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонус-	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (экзамен) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические работы и контрольной работы (для заочной формы обучения).</p> <p>Для получения экзаменационной оценки «автоматически» студенту необходимо набрать следующее минимальное количество баллов: - 68 для получения «автоматически» оценки удовлетворительно». По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум</p>		

	ных баллов	68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активность на консультациях, активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических занятий.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенной практической работы (при возможности дополнительного проведения практической работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной практической работы самостоятельно) – до 8 баллов.</li> </ul> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

### **6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Рубежные контроли проводятся в форме собеседования.

Рубежный контроль № 1 проводится на 3 лекции виде собеседования по темам 1 и 2.

Рубежный контроль № 2 проводится на 6 лекции виде собеседования по теме 3.

Экзамен проводится в традиционной форме. Студент отвечает на два вопроса. Время, отводимое на подготовку ответа 30 минут.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### **6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена**

#### **Пример вопросов к рубежному контролю №1**

1. Задачи, решаемые с применением методов неразрушающего контроля и диагностики
2. Виды обнаруживаемых дефектов материалов (понятие дефекты, классификация видов дефектов)
3. Характеристики дефектов типа нарушения сплошности материалов (литейные дефекты)
4. Характеристика дефектов типа нарушения сплошности материалов (дефекты сварки)
5. Характеристика дефектов типа нарушения сплошности материалов (дефекты пластического деформирования)
6. Характеристика дефектов типа нарушения сплошности материалов (дефекты, возникающие при различных видах обработки)

7. Дефекты, возникающие при эксплуатации изделий
8. Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий
9. Технические возможности методов дефектоскопического контроля и диагностики
10. Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики
11. Классификация методов неразрушающего контроля и диагностики

### **Пример вопросов к рубежному контролю №2**

1. Задачи, решаемые визуально-оптическим контролем
2. Физико-математические основы визуально-оптического контроля
3. Задачи, решаемые капиллярным контролем
4. Физико-математические основы капиллярного контроля
5. Задачи, решаемые магнитными методами контроля
6. Физико-математические основы магнитного контроля
7. Задачи, решаемые акустическими методами контроля
8. Физико-математические основы акустических методов контроля
9. Задачи, решаемые методами контроля, основанными на ионизирующих излучениях
10. Физико-математические основы методов контроля, основанных на ионизирующих излучениях
11. Задачи, решаемые тепловыми методами контроля
12. Физико-математические основы тепловых методов контроля

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Задачи, решаемые с применением методов неразрушающего контроля и диагностики
2. Виды обнаруживаемых дефектов материалов (понятие дефекты, классификация видов дефектов)
3. Характеристики дефектов типа нарушения сплошности материалов (литейные дефекты)
4. Характеристика дефектов типа нарушения сплошности материалов (дефекты сварки)
5. Характеристика дефектов типа нарушения сплошности материалов (дефекты пластического деформирования)
6. Характеристика дефектов типа нарушения сплошности материалов (дефекты, возникающие при различных видах обработки)
7. Дефекты, возникающие при эксплуатации изделий
8. Применение методов неразрушающего контроля и диагностики при изготовлении и эксплуатации изделий
9. Технические возможности методов дефектоскопического контроля и диагностики

10. Основные факторы, влияющие на выбор методов неразрушающего контроля и диагностики
11. Классификация методов неразрушающего контроля и диагностики
12. Задачи, решаемые визуально-оптическим контролем
13. Глаз, как средство контроля (оптика глаза, бинокулярное зрение, видимость объектов, контрастная чувствительность глаза)
14. Глаз, как средство контроля (разрешающая способность, острота зрения, цветоощущение, временные характеристики зрения)
15. Физические основы оптического неразрушающего контроля
16. Задачи, решаемые при капиллярном неразрушающем контроле
17. Сущность методов капиллярной дефектоскопии
18. Физические основы контроля методами капиллярной дефектоскопии (смачивание, капиллярные явления, сорбционные явления)
19. Задачи, решаемые при магнитном контроле и дефектоскопии
20. Основные физические характеристики магнитных методов неразрушающего контроля и диагностики
21. Магнитные преобразователи
22. Задачи, решаемые вихретоковыми методами контроля и диагностики
23. Типы датчиков возбуждателей вихревых токов
24. Физические процессы и основные уравнения при использовании вихретоковых методов контроля
25. Задачи, решаемые акустическими методами контроля и диагностики
26. Возбуждение акустических (звуковых и ультразвуковых волн) и их распространение
27. Отражение и преломление волн при акустическом контроле и диагностике
28. Задачи, решаемые радиационными методами контроля и диагностики
29. Источники ионизирующих излучений
30. Свойства ионизирующих излучений. Основные физические характеристики
31. Взаимодействие ионизирующих излучений с материалами контролируемых объектов
32. Задачи, решаемые радиоволновыми методами контроля и диагностики
33. Физические основы радиоволновых методов и средств контроля
34. Элементная база радиоволновых методов неразрушающего контроля и диагностики
35. Задачи, решаемые электрическими методами и средствами контроля и диагностики
36. Физико-математические основы емкостного метода контроля и диагностики
37. Физико-математические основы методов контроля и диагностики, основанные на применении разности потенциалов
38. Физико-математические основы методов контроля и диагностики, основанные на регистрации искажения электрического поля

39. Физико-математические основы термоэлектрических методов неразрушающего контроля и диагностики
40. Физико-математические основы электроискровых и трибоэлектрических методов контроля и диагностики
41. Физико-математические основы электрорезистивных методов контроля и диагностики
42. Задачи, решаемые тепловыми методами неразрушающего контроля и диагностики
43. Физико-математические основы теплового неразрушающего контроля
44. Элементная база теплового неразрушающего контроля
45. Задачи, решаемые вибрационными методами контроля и диагностики
46. Физико-математические основы вибрационных методов неразрушающего контроля и диагностики
47. Принципы измерения вибраций
48. Физико-математические основы акустического шума
49. Задачи и объекты экологической диагностики
50. Задачи и объекты антитеррористической диагностики

## **6.5. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература**

### **7.1. Основная учебная литература**

1. Петухов Л.В. Организация контроля и испытаний продукции [текст] / Л.В. Петухова, С.М. Горюнова. – Изд-во КНИТУ, 2013. – 319 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Горбунова Т.С. Измерения, испытания и контроль. Методы и средства [текст] / Т.С. Горбунова. – Изд-во КНИТУ, 2012. – 419 с.
2. Ушаков В.М. Неразрушающий контроль и диагностика горношахтного и нефтегазового оборудования [текст] / В.М. Ушаков. – М.: изд-во Горная книга, 2006. - 526 с.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Особых требований к выбору помещений не предъявляется. Занятия проводятся в обычной аудитории.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
**«Физико-математические основы неразрушающего контроля и диагностики»**  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**27.03.01. – Стандартизация и метрология**

Направленность:

**Стандартизация, метрология и управление качеством**

Трудоемкость дисциплины 5 ЗЕ (180 академических часов)

Семестр: 2 (очная форма обучения), 4 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Содержание дисциплины

Задачи, решаемые методами неразрушающего контроля и диагностики. Виды выявляемых дефектов. Классификация и области применения методов неразрушающего контроля и диагностики. Физико-математические основы методов неразрушающего контроля и диагностики.