

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение

Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.30
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	6 семестр - 14 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	6 семестр - 28 часа;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 65,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Коллоквиум Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матюнин В. М.
	Идентификатор	R47d5aebc-MatiuninVM-0433e8f9

(подпись)

В.М. Матюнин

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIGN-f73624c

(подпись)

И.Н. Желбаков

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных положений механики разрушения и методов механических испытаний материалов

Задачи дисциплины

- получение знаний и представлений о значении механики разрушения и механических свойств материалов в обеспечении надежности, безопасности и долговечности эксплуатации конструкций и машин;
- изучение основных методов механических испытаний материалов;
- изучение критериев выбора методов испытаний материалов в зависимости от условий их эксплуатации.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	ИД-б0пк-1 Применяет знания законов механики при анализе механических явлений в материалах, средах и изделиях	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- общие понятия о напряжениях, деформациях, прочности, разрушении, механических испытаниях и свойствах материалов;- характеристики жаропрочности материалов;- критерии трещиностойкости материалов. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- анализировать результаты экспериментов по определению механических свойств материалов при растяжении;- анализировать результаты экспериментов по определению твердости материалов;- анализировать результаты экспериментов по безобразцовому контролю предела текучести и временного сопротивления металла;- анализировать результаты экспериментов по исследованию влияния нагрева на механические свойства стали;- анализировать результаты экспериментов по исследованию влияния амплитуды цикла и конструктивных концентраторов напряжений на усталость металла;- анализировать результаты экспериментов по определению ударной вязкости стали и ее составляющих;- анализировать результаты экспериментов по определению

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		критической температуры хрупкости стали.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Приборы и методы контроля качества и диагностики (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.01 Приборостроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать строение металлов и сплавов
- знать основные типы кристаллических решеток металлов
- знать микроструктуру конструкционных сталей
- уметь проводить анализ микроструктуры металла
- уметь анализировать связь микроструктуры материалов с физико-механическими свойствами
- уметь анализировать влияние термической обработки на микроструктуру и механические свойства стали

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Понятия о прочности и ресурсе эксплуатации материалов и изделий	10	6	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к коллоквиуму №1.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], с.10-18 [2], с.5-27 [3], с.307-319 [5], с. 307-319</p>	
1.1	Понятия о прочности и ресурсе эксплуатации материалов и изделий	10		2	-	-	-	-	-	-	-	8	-		
2	Испытания материалов при кратковременному нагружении	55.7		6	16	-	-	-	-	-	-	-	33.7	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к лабораторным работам №№ 1-4.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], с.28-91 [4], с. 3-11</p>
2.1	Испытания материалов при кратковременному нагружении	55.7		6	16	-	-	-	-	-	-	-	33.7	-	
3	Испытания материалов при длительном нагружении	14		2	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к коллоквиуму №2.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[2], с.99-110</p>
3.1	Испытания материалов при длительном нагружении	14		2	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
4	Испытания материалов при циклическом	14		2	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к лабораторной работе №5.</p>

3.2 Краткое содержание разделов

1. Понятия о прочности и ресурсе эксплуатации материалов и изделий

1.1. Понятия о прочности и ресурсе эксплуатации материалов и изделий

Общие понятия о напряжениях, деформациях и прочности материалов. Работоспособность, надежность и долговечность металла. Механика разрушения как наука и учебная дисциплина и ее роль в оценке конструкционной прочности изделий. Классификация видов механических испытаний материалов. Ресурс эксплуатации материалов и изделий.

2. Испытания материалов при кратковременному нагружению

2.1. Испытания материалов при кратковременному нагружению

Оборудование и методика испытаний металла на растяжение. Характеристики упругости, прочности, пластичности металла, определяемые растяжением. Диаграммы условных и истинных напряжений. Закономерности диаграмм истинных напряжений. Коэффициенты деформационного упрочнения и работоспособность. Сжатие, диаграммы сжатия, показатели механических свойств, определяемые при сжатии. Изгиб, диаграммы изгиба, показатели механических свойств, определяемые при изгибе. Методы определения твердости металла. Влияние температуры, скорости нагружения и скорости деформации на механические свойства металла.

3. Испытания материалов при длительном нагружении

3.1. Испытания материалов при длительном нагружении

Ползучесть металла. Диаграммы ползучести. Проведение испытаний на ползучесть. Определение скорости ползучести и предела ползучести. Зависимость скорости ползучести от напряжения и температуры. Рекристаллизационная ползучесть. Дислокационная модель ползучести. Уравнение повреждаемости при ползучести. Длительная прочность. Диаграммы длительной прочности. Характер разрушения в зависимости от времени испытаний. Релаксация напряжений. Диаграммы релаксации напряжений. Уравнение диаграммы релаксации. Металловедческие факторы, влияющие на жаропрочность конструкционных материалов.

4. Испытания материалов при циклическом нагружении

4.1. Испытания материалов при циклическом нагружении

Упругие несовершенства металла. Эффект Баушингера. Схема упругого последействия. Усталость металла. Предел выносливости. Основные циклы нагружения знакопеременными нагрузками. Характер разрушения при усталости металла. Влияние термической и механической обработки, температуры, химического состава, микроструктуры и других факторов на прочность металла при знакопеременных нагрузках.

5. Критерии хрупкого разрушения материалов. Ударная вязкость. Трещиностойкость

5.1. Критерии хрупкого разрушения материалов. Ударная вязкость. Трещиностойкость

Основные схемы, устанавливающие переход металла из вязкого состояния в хрупкое. Зарождение и распространение трещин в металле при нагружении деталей и конструкций. Анализ структуры изломов образцов. Ударная вязкость и ее составляющие: работа зарождения и работа распространения трещины. Вязко-хрупкий переход и критическая температура хрупкости. Силовые, деформационные и энергетические характеристики

трещиностойкости металла. Критический коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещины в условиях плоской деформации и его практическое использование. Подходы механики разрушения к оценке допустимых дефектов, конструкционной прочности и ресурса изделий машиностроения.

3.3. Темы практических занятий не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. № 1. Определение характеристик прочности и пластичности материалов испытаниями образцов на растяжение (4 часа).;
2. № 2. Определение твердости материалов изделий переносными и портативными приборами (4 часа);
3. № 3. Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления металла (4 часа).;
4. № 4. Влияние нагрева на механические свойства стали (4 часа).;
5. №5. Влияние амплитуды цикла и конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам (4 часа).;
6. №6. Определение ударной вязкости стали, включая работу зарождения и работу распространения трещины (4 часа).;
7. № 7. Определение критической температуры хрупкости стали (4 часа)..

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
критерии трещиностойкости материалов	ИД-6ОПК-1					+	Коллоквиум/Коллоквиум №3 «Критерии трещиностойкости материалов»
характеристики жаропрочности материалов	ИД-6ОПК-1			+			Коллоквиум/Коллоквиум №2 «Испытания материалов при длительном нагружении. Жаропрочность».
общие понятия о напряжениях, деформациях, прочности, разрушении, механических испытаниях и свойствах материалов	ИД-6ОПК-1	+					Коллоквиум/Коллоквиум №1 «Общие понятия о механике разрушения, прочности, механических испытаниях и свойствах материалов».
Уметь:							
анализировать результаты экспериментов по определению критической температуры хрупкости стали	ИД-6ОПК-1					+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №7 «Определение критической температуры хрупкости стали».
анализировать результаты экспериментов по определению ударной вязкости стали и ее составляющих	ИД-6ОПК-1					+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №6 «Определение ударной вязкости стали, включая работу зарождения и работу распространения трещины».
анализировать результаты экспериментов по исследованию влияния амплитуды цикла и конструктивных концентраторов напряжений на усталость металла	ИД-6ОПК-1				+		Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №5 «Влияние амплитуды цикла и конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам».
анализировать результаты экспериментов по исследованию влияния нагрева на механические свойства стали	ИД-6ОПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №4 «Влияние нагрева на механические свойства стали»
анализировать результаты экспериментов по безобразцовому контролю предела текучести и временного сопротивления металла	ИД-6ОПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 «Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления металла».
анализировать результаты экспериментов по	ИД-6ОПК-1		+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2

определению твердости материалов						Определение твердости материалов изделий портативными приборами»
анализировать результаты экспериментов по определению механических свойств материалов при растяжении	ИД-60ПК-1		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 «Определение характеристик прочности и пластичности металла испытаниями образцов на растяжение».

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Коллоквиум №1 «Общие понятия о механике разрушения, прочности, механических испытаниях и свойствах материалов». (Коллоквиум)
2. Коллоквиум №2 «Испытания материалов при длительном нагружении. Жаропрочность». (Коллоквиум)
3. Коллоквиум №3 «Критерии трещиностойкости материалов" (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1 «Определение характеристик прочности и пластичности металла испытаниями образцов на растяжение». (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 Определение твердости материалов изделий портативными приборами» (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 «Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления металла». (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4 «Влияние нагрева на механические свойства стали» (Лабораторная работа)
5. Защита лабораторной работы №5 «Влияние амплитуды цикла и конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам». (Лабораторная работа)
6. Защита лабораторных работ №6 «Определение ударной вязкости стали, включая работу зарождения и работу распространения трещины». (Лабораторная работа)
7. Защита лабораторных работ №7 «Определение критической температуры хрупкости стали». (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной оценок.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Окопный, Ю. А. Механика материалов и конструкций : учебник для втузов "Механика материалов и конструкций", "Сопротивление материалов" и родственные им дисциплины / Ю. А. Окопный, В. П. Радин, В. П. Чирков . – 2-е изд., доп . – М. : Машиностроение, 2002 . – 436 с. - ISBN 5-217-03106-9 .;

2. Механические и технологические испытания конструкционных материалов : учебное пособие для вузов по направлениям "Энергетическое машиностроение" и "Машиностроение" / В. М. Матюнин, А. Ю. Марченков, М. А. Каримбеков, и др. ; ред. В. М. Матюнин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2018 . – 192 с. - ISBN 978-5-383-01236-9 .;
3. Матюнин, В. М. Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике : учебное пособие для вузов / В. М. Матюнин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2017 . – 342 с. - ISBN 978-5-383-01066-2 .;
4. Современные методы и приборы для проведения механико-технологических испытаний конструкционных материалов : лабораторный практикум по курсу "Механико-технологические испытания материалов" по направлению "Энергетическое машиностроение" / П. В. Волков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" ; ред. В. М. Матюнин . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 68 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8483;
5. Матюнин В.М.- "Металловедение, ресурс и диагностика металла в теплоэнергетике", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013540.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;
<http://docs.cntd.ru/>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-04/а, Лаборатория размерной обработки материалов	рабочее место сотрудника, шкаф, оборудование учебное, оборудование специализированное
	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	В-310, Учебная лаборатория	рабочее место сотрудника, стеллаж для хранения книг, стол, стол компьютерный, стул, шкаф, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-406, Лаборатория механико-технологических испытаний	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-308/1, Кладовая	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика разрушения и испытания материалов

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Коллоквиум №1 «Общие понятия о механике разрушения, прочности, механических испытаниях и свойствах материалов». (Коллоквиум)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1 «Определение характеристик прочности и пластичности металла испытаниями образцов на растяжение». (Лабораторная работа)
- КМ-3 Защита лабораторной работы №2 «Определение твердости материалов изделий портативными приборами» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №3 «Безобразцовый контроль предела текучести и временного сопротивления металла». (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №4 «Влияние нагрева на механические свойства стали» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Коллоквиум №2 «Испытания материалов при длительном нагружении. Жаропрочность». (Коллоквиум)
- КМ-7 Защита лабораторной работы №5 «Влияние амплитуды цикла и конструктивных концентраторов напряжений на сопротивление материалов циклическим нагрузкам». (Лабораторная работа)
- КМ-8 Коллоквиум №3 «Критерии трещиностойкости материалов" (Коллоквиум)
- КМ-9 Защита лабораторных работ №6 «Определение ударной вязкости стали, включая работу зарождения и работу распространения трещины». (Лабораторная работа)
- КМ-10 Защита лабораторных работ №7 «Определение критической температуры хрупкости стали». (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс с КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10
		Неделя КМ:	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
1	Понятия о прочности и ресурсе эксплуатации материалов и изделий											
1.1	Понятия о прочности и ресурсе эксплуатации материалов и изделий		+									
2	Испытания материалов при кратковременному нагружении											

2.1	Испытания материалов при кратковременному нагружении		+	+	+	+					
3	Испытания материалов при длительном нагружении										
3.1	Испытания материалов при длительном нагружении						+				
4	Испытания материалов при циклическом нагружении										
4.1	Испытания материалов при циклическом нагружении							+			
5	Критерии хрупкого разрушения материалов. Ударная вязкость. Трещиностойкость										
5.1	Критерии хрупкого разрушения материалов. Ударная вязкость. Трещиностойкость								+	+	+
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10