

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.
«21» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Расчет и проектирование сварных соединений»

Направление подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Профиль Технологии и оборудование сварочного производства

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2024

Автор программы



/Корчагин И.Б./

Заведующий кафедрой Тех-
нологии сварочного произ-
водства и диагностики



/Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП



/Селиванов В.Ф./

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины - формирование специалиста в области сварочного производства, вооруженного современными знаниями вопросов прочности и работоспособности конструкций в обычных условиях их эксплуатации и современных, характеризующихся высокими энергетическими параметрами, сложными нагружениями, агрессивными средами и т.д.

1.2. Задачи освоения дисциплины усвоение терминов и определений в области проектирования сварных конструкций; выявления причинно-следственных связей между конструктивными, технологическими и эксплуатационными факторами и работоспособностью сварных соединений и конструкций; усвоение принципов расчета сварных конструкций с различными видами соединений в условиях нагружения статического, динамического характера, при наличии температурных воздействий; приобретение навыков расчета и проектирования соединений и конструкций наиболее часто встречаемых в практике, таких как балки, стойки, сосуды внутреннего давления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Расчет и проектирование сварных соединений» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчет и проектирование сварных соединений» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 – способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов сварки и родственных процессов в ходе подготовки производства новой продукции.

ПК-5 – способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции в сварочном производстве.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать влияние основных факторов конструктивного, технологического, эксплуатационного характера на свойства и физико-механические характеристики основного металла и металла сварного соединения конструкции; термины и определения в области напряжений, деформаций и перемещений сварных конструкций; факторы, оказывающие влияние на характер и величину распределения напряжений, деформаций и перемещений в сварных конструкциях; факторы конструктивного технологического и эксплуатационного характера, оказывающие влияние на уровень и характер распределения напряжений в сварных соединениях; способы снижения напряжений и деформаций в сварных соединениях.

	уметь грамотно и обоснованно назначить материал конструкции, ее термообработку, оценить значимость возможных дефектов материала конструкции; предложить наиболее рациональное конструктивное исполнение изделия, с учетом его высокой технологичности и работоспособности; рационально подобрать геометрию (сечение) соединения при обеспечении его высокой технологичности и работоспособности; обоснованно выявлять причинно-следственные связи между напряжениями, деформациями и перемещениями; назначать меры на стадии разработки проекта конструкции, в процессе ее исполнения и при ее последующей обработке с целью снижения уровня напряжений и деформаций; рационально назначить способы снижения напряжений и деформаций в сварных соединениях. владеть навыком определения напряжений и деформаций простейших конструктивных элементов; навыком отработки технологических параметров с целью снижения уровня напряжений и деформаций в простейших сварных конструкциях.
ПК-5	знать основные термины и определения в области проектирования сварных соединений; основные положения, по которым ведут расчет сварных соединений и конструкции; методы расчета сварных конструкций в машиностроении и строительстве; терминологический аппарат, применяемый в строительных нормах и правилах (СНиП). уметь грамотно разработать техническое задание на проектирование сварной конструкции согласно назначению изделия, условиям его работы, соответствующей нормативной документации; грамотно и обосновано выбрать схему расчета конструктивного элемента. владеть расчетной базой и навыком расчета конструкций согласно установленных норм и правил; расчетной базой сварных деталей машин, листовых конструкций в виде оболочек, стоек, балок; навыками расчета на прочность стыковых, нахлесточных, тавровых соединений, соединений получаемых контактной сваркой, при статическом нагружении, а также соединений, испытывающих сложное напряженное состояние, знакопеременные, вибрационные и ударные нагрузки; навыком расчета и проектирования подкрановой сварной балки двутаврового профиля и сварной колонны составного сечения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Расчет и проектирование сварных соединений» составляет 8 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	110	46	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	38/14	10/-	28/14
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	36/8	18/8	18/-
Самостоятельная работа	151	134	17
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	зачет с оценкой	экзамен
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	288 8	180 5	108 3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		10
Аудиторные занятия (всего)	28	28
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки	12/4	12/4
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки	8/4	8/4
Самостоятельная работа	251	251
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	288 8	288 8

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Напряжения, деформации, перемещения.	Собственные напряжения при сварке. Сварочные деформации и перемещения конструкций. Способы снижения сварочных напряжений, деформаций и перемещений	8	-	20	24	52
		в том числе, практическая подготовка обучающихся	-	-	8	-	8
2	Особенности работы сварных соединений под нагрузкой	Механическая неоднородность сварных соединений. Усталость сварных конструкций. Влияние концентраторов напряжений на работоспособность сварных конструкций. Распределение напряжений в сварных швах при приложении рабочих нагрузок	4	-	8	24	36
3	Основные понятия в прочностных расчетах	Принципы расчета и допускаемые напряжения в сварных соединениях. Расчетная и конструктивная прочность. Причины несовпадения расчетной и конструктивной прочности.	4	-	-	24	28
4	Расчет прочности сварных соединений при статических нагрузках	Стыковые соединения при электродуговой сварке. Нахлесточные соединения. Тавровые соединения. Соединения, выполненные точечной контактной сваркой. Соединения, работающие на изгиб и сложное сопротивление.	8	18	-	24	50
		в том числе, практическая подготовка обучающихся	-	4	-	-	4
5	Хрупкие разрушения сварных конструкций	Характеристика хрупкого разрушения. Методы оценки сопротивляемости хрупким разрушениям. Причины хрупких разрушений сварных конструкций. Влияние низких температур на свойства материалов. Пути повышения сопротивляемости хрупким разрушениям.	4	-	8	24	36
6	Принципы расчета балок, стоек, сосудов	Понятие и классификация балочных конструкций. Основные этапы проектирования. Понятие и классификация стоек. Основные этапы проектирования. Расчет стоек при центральном и эксцентричном сжатии. Тонкостенные сосуды, работающие под внутренним давлением. Назначение и условия работы, выбор материала. Конструктивное оформление, схема расчета, технологичность.	8	20	-	31	59
		в том числе, практическая подготовка обучающихся	-	10	-	-	10
Итого			36	38	36	151	261
в том числе, практическая подготовка обучающихся			-	14	8	-	22

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Напряжения, деформации, перемещения.	Собственные напряжения при сварке. Сварочные деформации и перемещения конструкций. Способы снижения сварочных напряжений, деформаций и перемещений	2	-	8	42	52
		в том числе, практическая подготовка обучающихся	-	-	4	-	4
2	Особенности работы сварных соединений под нагрузкой	Механическая неоднородность сварных соединений. Усталость сварных конструкций. Влияние концентраторов напряжений на работоспособность сварных конструкций. Распределение напряжений в сварных швах при приложении рабочих нагрузок	2	-	-	42	44
3	Основные понятия в прочностных расчетах	Принципы расчета и допускаемые напряжения в сварных соединениях. Расчетная и конструктивная прочность. Причины несовпадения расчетной и конструктивной прочности.	2	-	-	42	44
4	Расчет прочности сварных соединений при статических нагрузках	Стыковые соединения при электродуговой сварке. Нахлесточные соединения. Тавровые соединения. Соединения, выполненные точечной контактной сваркой. Соединения, работающие на изгиб и сложное сопротивление.	2	4	-	42	48
		в том числе, практическая подготовка обучающихся	-	2	-	-	2
5	Хрупкие разрушения	Характеристика хрупкого разрушения. Методы оценки	-	-	-	42	42

	сварных конструкций	сопротивляемости хрупким разрушениям. Причины хрупких разрушений сварных конструкций. Влияние низких температур на свойства материалов. Пути повышения сопротивляемости хрупким разрушениям.					
6	Принципы расчета балок, стоек, сосудов	Понятие и классификация балочных конструкций. Основные этапы проектирования. Понятие и классификация стоек. Основные этапы проектирования. Расчет стоек при центральном и эксцентричном сжатии. Тонкостенные сосуды, работающие под внутренним давлением. Назначение и условия работы, выбор материала. Конструктивное оформление, схема расчета, технологичность.	-	8	-	41	49
		<i>в том числе, практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
Итого			8	12	8	251	279
<i>в том числе, практическая подготовка обучающихся</i>			-	4	4	-	8

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Определение величины остаточных деформаций сварного соединения при сварке листовых элементов	ПК-3, ПК-5
2	Определение наибольшего усилия, которое способно выдержать сварное соединение при сохранении эксплуатационных характеристик	ПК-3, ПК-5
3	Определение высоты балки из условия жесткости и условия прочности	ПК-3, ПК-5
4	Подбор поперечного сечения конструкции	ПК-3, ПК-5
5	Проверка прочности поперечного сечения конструкции	ПК-3, ПК-5
6	Определение устойчивости конструкции	ПК-3, ПК-5

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Собственные температурные и остаточные напряжения.
2. Определение величины усадочной силы и прогиба при наплавке валика на кромку полосы в свободном состоянии и с предварительным изгибом.
3. Определение угловой деформации при сварке втавр.
4. Уменьшение остаточных напряжений отпуском.
5. Определение поперечной усадки при сварке пластины.
6. Изгиб балок от поперечной усадки швов.
7. Деформации при сварке балок.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения, в 10 семестре для заочной формы обучения.

Тематика курсового проекта - «Расчет и проектирование сварной подкрановой балки двутаврового профиля и (или) сварной колонны составного сечения». Исходные данные по вариантам.

Курсовой проект предполагает выполнение расчета и проектирования двух наиболее часто используемых на практике сварных конструкций - сварной подкрановой балки и (или) сварной колонны.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Определение расчетной схемы балки с указанием действующих нагрузок; построение эпюр изгибающих моментов M и перерезывающих сил Q в характерных сечениях балки.

- Выбор материала балки; определение высоты балки h и выбор типа сечения; конструирования сечения балки; проверка прочности сечения балки.

- Проверка общей устойчивости балки; проверка местной устойчивости элементов балки.

- Конструирование и расчет сварных соединений балки; конструирование и расчет опорных плит балки; разработка графической части проекта сварной балки.

- Определение расчетной схемы колонны с указанием действующих нагрузок; выбор материала колонны; расчет и конструирование сечения колонны, проверка прочности колонны.

- Проверка устойчивости колонны.

- Расчет и конструирование соединительных элементов и диафрагм колонны.

- Расчет и конструирование оголовка колонны; расчет и конструирование базы колонны; расчет и конструирование сварных соединений колонны; разработку графической части проекта сварной колонны.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Неаттестован
ПК-3	знать влияние основных факторов конструктивного, технологического, эксплуатационного характера на	Знание терминов и определений, поня-	Выполнение тестов	Невыполнение тестов

	свойства и физико-механические характеристики основного металла и металла сварного соединения конструкции; термины и определения в области напряжений, деформаций и перемещений сварных конструкций; факторы, оказывающие влияние на характер и величину распределения напряжений, деформаций и перемещений в сварных конструкциях; факторы конструктивного технологического и эксплуатационного характера, оказывающие влияние на уровень и характер распределения напряжений в сварных соединениях; способы снижения напряжений и деформаций в сварных соединениях.	тий. Знание основных принципов, закономерностей и соотношений. Полнота ответов.	вого задания в необходимом объеме	того задания
	уметь грамотно и обоснованно назначить материал конструкции, ее термообработку, оценить значимость возможных дефектов материала конструкции; предложить наиболее рациональное конструктивное исполнение изделия, с учетом его высокой технологичности и работоспособности; рационально подобрать геометрию (сечение) соединения при обеспечении его высокой технологичности и работоспособности; обоснованно выявлять причинно-следственные связи между напряжениями, деформациями и перемещениями; назначать меры на стадии разработки проекта конструкции, в процессе ее исполнения и при ее последующей обработке с целью снижения уровня напряжений и деформаций; рационально назначить способы снижения напряжений и деформаций в сварных соединениях.	Умение решать стандартные практические задачи. Умение проверять решение и анализировать результаты.	Выполнение тестового задания в необходимом объеме	Невыполнение тестового задания
	владеть навыком определения напряжений и деформаций простейших конструктивных элементов; навыком отработки технологических параметров с целью снижения уровня напряжений и деформаций в простейших сварных конструкциях.	Навыки решения стандартных/нестандартных задач.	Выполнение тестового задания в необходимом объеме	Невыполнение тестового задания
ПК-5	знать основные термины и определения в области проектирования сварных соединений; основные положения, по которым ведут расчет сварных соединений и конструкции; методы расчета сварных конструкций в машиностроении и строительстве; терминологический аппарат, применяемый в строительных нормах и правилах (СНиП).	Знание терминов и определений, понятий. Знание основных принципов, закономерностей и соотношений. Полнота ответов.	Выполнение тестового задания в необходимом объеме	Невыполнение тестового задания
	уметь грамотно разработать техническое задание на проектирование сварной конструкции согласно назначению изделия, условиям его работы, соответствующей нормативной документации; грамотно и обосновано выбрать схему расчета конструктивного элемента.	Умение решать стандартные практические задачи. Умение проверять решение и анализировать результаты.	Выполнение тестового задания в необходимом объеме	Невыполнение тестового задания
	владеть расчетной базой и навыком расчета конструкций согласно установленных норм и правил; расчетной базой сварных деталей машин, листовых конструкций в виде оболочек, стоек, балок; навыками расчета на прочность стыковых, нахлесточных, тавровых соединений, соединений получаемых контактной сваркой, при статическом нагружении, а также соединений, испытывающих сложное напряженное состояние, знакопеременные, вибрационные и ударные нагрузки; навыком расчета и проектирования подкрановой сварной балки двутаврового профиля и сварной колонны составного сечения.	Навыки решения стандартных/нестандартных задач.	Выполнение тестового задания в необходимом объеме	Невыполнение тестового задания

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5, 6 семе-

стре для очной формы обучения, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать влияние основных факторов конструктивного, технологического, эксплуатационного характера на свойства и физико-механические характеристики основного металла и металла сварного соединения конструкции; термины и определения в области напряжений, деформаций и перемещений сварных конструкций; факторы, оказывающие влияние на характер и величину распределения напряжений, деформаций и перемещений в сварных конструкциях; факторы конструктивного технологического и эксплуатационного характера, оказывающие влияние на уровень и характер распределения напряжений в сварных соединениях; способы снижения напряжений и деформаций в сварных соединениях.	Знание терминов и определений, понятий. Знание основных принципов, закономерностей и соотношений. Полнота ответов.	Полный ответ на теоретические вопросы	Неполный ответ на теоретические вопросы	Частичный ответ на теоретические вопросы	Отсутствие ответа на теоретические вопросы
	уметь грамотно и обоснованно назначить материал конструкции, ее термообработку, оценить значимость возможных дефектов материала конструкции; предложить наиболее рациональное конструктивное исполнение изделия, с учетом его высокой технологичности и работоспособности; рационально подобрать геометрию (сечение) соединения при обеспечении его высокой технологичности и работоспособности; обоснованно выявлять причинно-следственные связи между напряжениями, деформациями и перемещениями; назначать меры на стадии разработки проекта конструкции, в процессе ее исполнения и при ее последующей обработке с целью снижения уровня напряжений и деформаций; рационально назначить способы снижения напряжений и деформаций в сварных соединениях.	Умение решать стандартные практические задачи. Умение проверять решение и анализировать результаты.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения задач, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыком определения напряжений и деформаций простейших конструктивных элементов; навыком отработки технологических параметров с целью снижения уровня напряжений и деформаций в простейших сварных конструкциях.	Навыки решения стандартных/нестандартных задач.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения задач, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать основные термины и определения в	Знание терминов	Полный	Непол-	Частич	Отсут-

области проектирования сварных соединений; основные положения, по которым ведут расчет сварных соединений и конструкций; методы расчета сварных конструкций в машиностроении и строительстве; терминологический аппарат, применяемый в строительных нормах и правилах (СНиП).	и определений, понятий. Знание основных принципов, закономерностей и соотношений. Полнота ответов.	ответ на теоретические вопросы	ный ответ на теоретические вопросы	тичный ответ на теоретические вопросы	ствие ответа на теоретические вопросы
уметь грамотно разработать техническое задание на проектирование сварной конструкции согласно назначению изделия, условиям его работы, соответствующей нормативной документации; грамотно и обосновано выбрать схему расчета конструктивного элемента.	Умение решать стандартные практические задачи. Умение проверять решение и анализировать результаты.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения задач, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
владеть расчетной базой и навыком расчета конструкций согласно установленных норм и правил; расчетной базой сварных деталей машин, листовых конструкций в виде оболочек, стоек, балок; навыками расчета на прочность стыковых, нахлесточных, тавровых соединений, соединений получаемых контактной сваркой, при статическом нагружении, а также соединений, испытывающих сложное напряженное состояние, знакопеременные, вибрационные и ударные нагрузки; навыком расчета и проектирования подкрановой сварной балки двутаврового профиля и сварной колонны составного сечения.	Навыки решения стандартных/нестандартных задач.	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения задач, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. *Средняя интенсивность внутренних сил, действующих на некоторой площади, называется*

- А. Напряжением на данной площади.
- Б. Деформацией данной площади.
- В. Перемещением данной площади.

2. *Если вектор напряжений совпадает с нормалью рассматриваемой площади, то*

А. Нормальное напряжение на рассматриваемой площади является максимальным и равно полному напряжению.

Б. Касательное напряжение на рассматриваемой площади равно нулю.

В. Оба ответа верны.

3. *Можно ли говорить о напряжении в точке, не указывая площади, на которой это напряжение действует.*

А. Да.

Б. Нет.

4. Главными площадками элементарного кубика выделенного в объеме нагруженного тела являются площадки, на которых

- А. Нормальные напряжения максимальны, а касательные равны нулю.
- Б. Касательные напряжения максимальны, а нормальные равны нулю.
- В. Нормальные и касательные напряжения максимальны.

5. При одноосном растяжении наибольшие нормальные напряжения возникают в плоскости, расположенной

- А. Перпендикулярно оси стержня.
- Б. Параллельно оси стержня.
- В. Под углом к оси стержня.

6. При одноосном растяжении наибольшие касательные напряжения возникают в плоскости, расположенной

- А. Под углом 30° к оси стержня.
- Б. Под углом 45° к оси стержня.
- В. Под углом 60° к оси стержня.

7. Двухосное напряженное состояние обладает следующим свойством.

А. Сумма напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам элементарного кубика выделенного в точке постоянна и равна сумме главных напряжений.

Б. Наибольшее и наименьшее нормальные напряжения в данной точке – это главные напряжения, это главные напряжения, действующие по взаимно перпендикулярным площадкам.

В. Оба ответа верны.

8. Совокупность трех нормальных напряжений, действующих на трех взаимно перпендикулярных площадках и трех касательных напряжений, в общем случае описывает

- А. Линейное напряженное состояние
- Б. Плоскостное напряженное состояние.
- В. Объемное напряженное состояние.

9. Под деформацией понимают

- А. Изменение формы и размеров тела.
- Б. Изменение формы и размеров тела без изменения его массы.
- В. Изменение формы, размеров и массы тела.

10. Относительная линейная деформация в упругой области прямо пропорционально связана с

- А. Нормальными напряжениями.
- Б. Касательными напряжениями.
- В. Оба ответа верны.

11. Под перемещением подразумевают

- А. Изменение положения (координат) точки тела при деформации.
- Б. Отношение изменения длины линейного элемента к его первоначальной длине.
- В. Изменение прямого угла между двумя бесконечно малыми линейными элементами, выходящими из одной точки.

12. Закон Гука устанавливает связь между

- А. Нормальными напряжениями и относительными линейными деформациями.
- Б. Касательными напряжениями и деформациями сдвига.
- В. Оба ответа верны.

13. Модуль упругости характеризует.

- А. Напряжения в материале.

- Б. Жесткость материала.
- В. Пластичность материала.

14. Коэффициент поперечной деформации (Пуассона) используют для оценки свойств материала в области

- А. Упругих деформаций.
- Б. Упруго пластических деформаций.
- В. Пластических деформаций.

15. При механических испытаниях с увеличением скорости приложения нагрузки у большинства металлов наблюдается

- А. Увеличение предела прочности и увеличение полной деформации.
- Б. Увеличение предела прочности и уменьшение полной деформации.
- В. Уменьшение предела прочности и увеличение полной деформации.

16. Истинная и условная диаграммы растяжения, полученные при механических испытаниях близки друг к другу у

- А. Материалов образующих «шейку» при растяжении.
- Б. Материалов не образующих «шейку» при растяжении.
- В. Наличие «шейки» не влияет на характер диаграммы растяжения.

17. Изменение формы и размеров тела при неравномерном температурном воздействии на него называется

- А. Температурным расширением.
- Б. Температурной деформацией.
- В. Температурным перемещением.

18. Чем объяснить сложность оценки напряженного состояния материала при воздействии на него высоких температур

- А. Изменчивостью физико-механических характеристик, свойств материала.
- Б. Проявлением ползучести материала.
- В. Оба ответа верны.

19. Какое из воздействий оказывается более значимым с точки зрения поведение конструкции, в момент потери ею устойчивости

- А. Силовое.
- Б. Температурное.
- В. Не существует разницы между влиянием силового и температурного воздействий.

20. Под ползучестью понимают

- А. Процесс непрерывного роста пластической деформации материала, происходящего под действием постоянного усилия, при постоянной температуре.
- Б. Процесс непрерывного роста пластической деформации материала, происходящего под действием растущего усилия, при постоянной температуре.
- В. Процесс непрерывного роста пластической деформации материала, происходящего под действием постоянного усилия, при возрастающей температуре.

21. Чем объяснить снижение скорости деформирования на участке установившейся ползучести кривой ползучести.

- А. Упрочнением материала.
- Б. Ослаблением межатомных связей.
- В. Изменением кристаллической структуры материала.

22. Почему на стадии установившейся ползучести кривой наблюдается рост деформации, при неизменном силовом воздействии.

- А. В связи с ростом напряжений, связанных с изменением поперечного сечения образца.
- Б. В связи со снижением физико-механических характеристик материала.

В. В связи с изменением кристаллической структуры материала.

23. Релаксацией называется

А. Процесс постепенного снижения напряжений в металле, полная деформация которого остается неизменной во времени.

Б. Процесс постепенного снижения напряжений в металле, полная деформация которого остается почти неизменной во времени.

В. Процесс постепенного снижения деформаций в металле, напряжения которого остаются неизменными.

24. Явление релаксации связано с

А. Уменьшением упругой составляющей полной деформации и увеличением пластической составляющей на ту же величину.

Б. Уменьшением пластической составляющей полной деформации и увеличением упругой составляющей на ту же величину.

В. Изменением кристаллической структуры материала.

25. С ростом температуры наблюдается

А. Снижение предела прочности и предела текучести металла.

Б. Увеличение предела прочности и предела текучести металла.

В. Снижение предела прочности и увеличение предела текучести металла.

26. Собственными напряжениями называются

А. Напряжения в металле, создаваемые при приложении силового воздействия.

Б. Напряжения в металле, создаваемые при приложении температурного воздействия.

В. Напряжения, существующие в металле при отсутствии приложенных к нему поверхностных или объемных сил.

27. Собственные напряжения могут быть вызваны

А. Деформированием металла в результате силового или температурного воздействий.

Б. Изменением объема металла при фазовых превращениях.

В. Оба ответа верны.

28. Собственные напряжения, существующие в период протекания технологического процесса обработки металла, называются

А. Мгновенными.

Б. Временными.

В. Остаточными.

29. При температурном воздействии на стержень, жестко закрепленный с одной стороны и другим торцом опирающийся на абсолютно жесткую стенку, к моменту полного охлаждения в нем будут наблюдаться

А. Остаточные напряжения сжатия.

Б. Остаточные напряжения растяжения.

В. Деформации укорочения.

30. При температурном воздействии на стержень, жестко закрепленный с обоих концов, к моменту полного охлаждения в нем будут наблюдаться

А. Остаточные напряжения сжатия.

Б. Остаточные напряжения растяжения.

В. Деформации укорочения.

31. Если при температурном воздействии на стержень, жестко закрепленный с обоих концов, к моменту полного охлаждения один из концов освободить, в нем будут наблюдаться

А. Деформации укорочения.

- Б. Деформации удлинения.
- В. Стержень сохранит свои размеры.

32. При температурном воздействии на стержень, жестко закрепленный с обоих концов

А. Деформации сжатия, полученные на стадии нагрева, будут больше деформаций растяжения, полученных на стадии охлаждения.

Б. Деформации сжатия, полученные на стадии нагрева, будут меньше деформаций растяжения, полученных на стадии охлаждения.

В. Деформации растяжения, полученные на стадии нагрева, будут больше деформаций сжатия, полученных на стадии охлаждения.

33. При сварке двух пластин встык, в результате усадки металла высоко нагретой области, в ней образуются остаточные напряжения

А. Сжатия.

Б. Растяжения.

В. Остаточных напряжений не образуется.

34. При сварке двух пластин встык, в результате усадки металла высоко нагретой области, в металле удаленном от оси шва образуются остаточные напряжения

А. Сжатия.

Б. Растяжения.

В. Остаточных напряжений не образуется.

35. Для каких сталей характерно наличие остаточных напряжений сжатия в зоне, испытавшей высокотемпературный нагрев при сварке

А. Низкоуглеродистых.

Б. Высокопрочных среднелегированных.

36. При многослойной сварке металла наибольший уровень остаточных напряжений наблюдается в

А. Поверхностных слоях металла шва.

Б. Средней части металла шва.

В. Корневой части металла шва.

37. При электрошлаковой сварке металла наибольший уровень остаточных напряжений наблюдается в

А. Поверхностных слоях металла шва.

Б. Средней части металла шва.

В. Корневой части металла шва.

38. При приварке элемента к конструкции круговым швом по замкнутому контуру можно наблюдать следующую тенденцию развития остаточных напряжений.

А. Поперечная усадка металла шва вызывает во внутренней и наружной зонах растягивающие напряжения; продольная усадка создает во внутренней зоне напряжения сжатия, во внешней зоне – напряжения растяжения.

Б. Поперечная усадка металла шва вызывает во внутренней и наружной зонах сжимающие напряжения; продольная усадка создает во внутренней зоне напряжения сжатия, во внешней зоне – напряжения растяжения.

В. Поперечная усадка металла шва вызывает во внутренней и наружной зонах растягивающие напряжения; продольная усадка создает во внутренней зоне напряжения растяжения, во внешней зоне – напряжения сжатия.

39. Можно ли повлиять на характер распределения остаточных на-

пряжений в соединении, выполненном круговым швом по замкнутому контуру, изменив жесткость внутреннего и (или) наружного элементов.

А. Да.

Б. Нет.

40. При сварке стальных элементов кольцевым швом в металле, испытавшем пластическую деформацию, будут наблюдаться остаточные напряжения

А. Сжатия.

Б. Растяжения.

В. Остаточных напряжений не будет.

41. Деформации вызывающие первоначальное изменение размеров свариваемых элементов в направлении оси шва называются

А. Продольными.

Б. Поперечными.

В. Угловыми.

42. Под усадочной силой понимают

А. Сосредоточенную силу, которая эквивалентна распределенной по площади поперечного сечения зоны пластических деформаций силе и способна устранить эти пластические деформации.

Б. Сосредоточенную силу, которая эквивалентна распределенной по площади поперечного сечения зоны упругих деформаций силе и способна устранить эти упругие деформации.

В. Распределенную по площади поперечного сечения зоны пластических деформаций силу.

43. Величина усадочной силы не зависит от

А. Длины сварного шва.

Б. Режимы сварки.

В. Геометрии свариваемых элементов.

44. Деформации вызывающие первоначальное изменение размеров свариваемых элементов в направлении перпендикулярном оси шва называются

А. Продольными.

Б. Поперечными.

В. Угловыми.

45. Наибольший уровень деформаций поперечного укорочения наблюдается

А. На оси шва.

Б. Внутри зоны пластических деформаций металла.

В. За зоной пластических деформаций металла.

46. Величина поперечной усадки зависит от

А. Толщин свариваемых элементов.

Б. Теплофизических свойств свариваемого материала.

В. Оба ответа верны.

47. Деформации, заключающиеся в выходе свариваемых элементов из собственной плоскости, называются

А. Продольными.

Б. Поперечными.

В. Угловыми.

48. Угловая деформация свариваемых элементов вызвана

А. Неравномерностью поперечной усадки по толщине свариваемых элементов.

Б. Неравномерностью продольной усадки по толщине свариваемых элементов.

В. Неравномерностью поперечной усадки по длине свариваемых элементов.

49. Величина угловой деформации тем больше, чем

А. Больше глубина проплавления металла соединения.

Б. Больше катет шва.

В. Меньше угол раскрытия кромок соединения.

50. Упорядочите последовательность действий по решению задачи возможности потери устойчивости тонколистовых элементов сварных конструкций.

А. Определение схемы закрепления элементов конструкции.

Б. Определение мест приложения усадочной силы.

В. Определение сжимающих напряжений в конструкции.

Г. Определение критических напряжений в конструкции.

Д. Сравнение сжимающих и критических напряжений в конструкции.

51. Каким образом можно уменьшить перемещения и деформации скручивания сварных конструкций

А. Использовать жесткие приспособления для сварки.

Б. Снизить неравномерность теплового воздействия на элементы конструкции.

В. Оба ответа верны.

52. Прогиб балочной конструкции при выполнении продольного шва будет тем больше, чем

А. Длиннее шов и ближе он расположен к центру тяжести поперечного сечения балки.

Б. Короче шов и дальше он находится от центра тяжести поперечного сечения балки.

В. Длиннее шов и дальше он находится от центра тяжести поперечного сечения балки.

53. При определении углового излома балки от поперечного шва необходимо учитывать

А. Статический момент сечения элемента, привариваемого поперечным швом и момент инерции всего сечения балки.

Б. Статический момент сечения и момент инерции всего сечения балки.

В. Статический момент сечения балки, и момент инерции элемента привариваемого поперечным швом.

54. При прочих равных условиях прогиб оболочки при выполнении продольного шва тем больше, чем

А. Меньше радиус оболочки.

Б. Больше радиус оболочки.

В. Радиус оболочки не влияет на величину прогиба.

55. При сварке элементов насыщения с оболочкой круговыми швами по замкнутому контуру будут наблюдаться перемещения

А. В радиальном направлении от центральной оси оболочки.

Б. В радиальном направлении к центральной оси оболочки.

56. Деформации в сварной конструкции могут быть снижены за счет

А. Уменьшения длины и катета шва.

Б. Увеличения длины и катета шва.

В. Уменьшения длины и увеличения катета шва.

57. При проектировании поперечного сечения конструкции стремятся располагать сварные швы

А. Ближе к центру тяжести поперечного сечения конструкции.

Б. Дальше от центра тяжести поперечного сечения конструкции.

В. Расположение швов относительно центра тяжести конструкции не влияет на величину ее деформации.

58. Деформации в сварной конструкции будут меньше, если использовать

А. Сборку и сварку конструкции последовательным наращиванием отдельных элементов.

Б. Сборку всей конструкции на прихватках и последующую сварку.

В. Поузловую сборку и сварку конструкции.

59. Сборочно-сварочное приспособление должно отвечать требованию.

А. Жесткость приспособления должна превышать жесткость сварной конструкции.

Б. Жесткость приспособления должна быть меньше жесткости сварной конструкции.

В. Жесткость конструкции и приспособления должны быть равны.

60. Для снижения деформаций в конструкции рекомендуют

А. Начинать сварку от наиболее жесткого элемента.

Б. Начинать сварку от элемента с наименьшей жесткостью.

В. Жесткость свариваемых элементов не влияет на величину деформации конструкции.

61. При создании поперечного сечения конструкции рекомендуют

А. Первоначально выполнить стыковое сварное соединение, а затем нахлесточное.

Б. Первоначально выполнить нахлесточное сварное соединение, а затем стыковое.

В. Последовательность выполнения соединений не влияет на уровень деформации сварной конструкции.

62. Выберите оптимальный способ устранения угловой деформации стыкового соединения полученного многопроходной сваркой.

А. Использование сборочно-сварочного приспособления.

Б. Использование прихваток.

В. Использование предварительного излома в противоположную от ожидаемой угловой деформации сторону.

63. Можно ли снизить деформации балочных конструкций за счет

А. Предварительного растяжения металла, который будет испытывать усадку от сварки.

Б. Регулированием теплового воздействия на металл.

В. Оба ответа верны.

64. Прокатку роликами, как способ устранения сварочных деформаций, эффективно использовать для листовых конструкций толщиной до

А. 12 мм.

Б. 20 мм.

В. 40 мм.

65. Можно ли говорить о том, что при выполнении операций прокатки или проковки зон металла, испытавших пластическую деформацию, кроме ее устранения будет происходить и снижение остаточных напряжений в металле.

А. Да.

Б. Нет.

66. При осуществлении термической правки необходимо выполнить

А. Быстрый нагрев металла наиболее растянутых участков конструкции.

Б. Медленный нагрев металла наиболее растянутых участков конструкции.

В. Быстрый нагрев металла наиболее сжатых участков конструкции.

67. При выполнении отпуска в зажимных приспособлениях их жесткость должна быть

А. Меньше жесткости сварной конструкции.

Б. Равной жесткости сварной конструкции.

В. Много больше жесткости сварной конструкции.

68. При выполнении отпуска в зажимных приспособлениях устранение деформаций сварной конструкции осуществляется за счет

А. Перехода предварительно созданных упругих деформаций в пластические деформации.

Б. Перехода остаточных упругих деформаций в пластические деформации.

В. Перехода предварительно созданных пластических деформаций в упругие деформации.

69. Если подвергнуть отпуску, нагрев до температуры 500 0С зону металла сварного соединения конструкции, выполненной из низкоуглеродистой стали, то такой отпуск будет называться

А. Местным средним.

Б. Поэлементным средним.

В. Местным высоким.

70. При отпуске сварных конструкций, кроме снижения остаточных напряжений будет наблюдаться

А. Увеличение предела текучести металла.

Б. Уменьшение предела текучести металла.

В. Предел текучести металла не изменится.

71. Отличием какой механической характеристики в первую очередь определяется механическая неоднородность.

А. Предел пропорциональности.

Б. Предел текучести.

В. Предел прочности.

72. В чем причина отличия свойств металла ЗТВ и основного металла.

А. Термическое воздействие на металл.

Б. Различие свойств основного и присадочного металлов.

В. Оба ответа верны.

73. Как расположены участки соединения с примерно одинаковыми механическими свойствами относительно оси шва.

А. Параллельно.

Б. Перпендикулярно.

В. Неопределенно.

74. В чем заключается влияние механической неоднородности на поведение соединения под нагрузкой.

А. Различие напряженного состояния отдельных участков соединения.

Б. Различие деформации отдельных участков соединения.

В. Различие физических свойств отдельных участков соединения.

75. Мягкая прослойка по отношению к прилежащим слоям металла имеет.

А. Повышенный предел прочности.

Б. Повышенный предел текучести.

В. Пониженный предел текучести.

76. В каком случае одни участки соединения будут сдерживать де-

формацию других участков соединения.

- А. При продольном растяжении соединения.
- Б. При поперечном растяжении соединения.
- В. В обоих случаях.

77. Явлением контактного упрочнения называют

А. Явление, когда усилие необходимое для разрушения образца по зоне мягкой прослойки оказывается большим, нежели чем для разрушения образца, выполненного целиком из пластичного металла.

Б. Явление, когда усилие необходимое для разрушения образца по зоне твердой прослойки оказывается большим, нежели чем для разрушения образца, выполненного целиком из пластичного металла.

В. Явление, когда усилие необходимое для разрушения образца по зоне мягкой прослойки оказывается большим, нежели чем для разрушения образца, выполненного целиком из высокопрочного металла.

78. Чем определяется коэффициент контактного упрочнения.

- А. Различием механических характеристик участков соединения.
- Б. Относительным размером мягкой прослойки.
- В. Оба ответа верны.

79. Под усталостью понимают

А. Процесс постепенного накопления повреждений и разрушение металла под действием многократно приложенных нагрузок.

Б. Процесс накопления повреждений и разрушение металла под действием однократного приложения нагрузки.

В. Процесс постепенного накопления повреждений не приводящий к разрушению металла под действием многократно приложенных нагрузок.

80. Отличительной особенностью усталостного разрушения являются.

А. Пониженный уровень необходимых для этого напряжений по сравнению с их уровнем, приводящим к разрушению при однократном приложении нагрузки.

Б. Незначительный уровень пластической деформации в зоне разрушения.

В. Оба ответа верны.

81. В какой из указанных периодов процесса усталостного разрушения наблюдается прогрессивное снижение механических характеристик материала.

А. Инкубационный период.

Б. Период разрыхления.

В. Период усталости.

Г. Период окончательного разрушения.

82. Максимальное напряжение, при котором образец не разрушился от усталости при данном базовом числе циклов нагружения, называют

А. Выносливостью.

Б. Пределом выносливости.

В. Пределом прочности.

83. Какой показатель используют для характеристики предела выносливости.

А. Наибольшее напряжение цикла.

Б. Наименьшее напряжение цикла.

В. Коэффициент амплитуды цикла.

84. Влияние качества поверхности изделия на предел выносливости тем сильнее, чем

- А. Выше предел прочности стали.
- Б. Ниже предел прочности стали
- В. Предел прочности стали, не оказывает значимого влияния на предел выносливости.

85. *Более высокой чувствительностью к поверхностным дефектам отличаются детали работающие на*

- А. Растяжение – сжатие.
- Б. Изгиб, кручение.
- В. Оба ответа верны.

86. *Увеличить предел выносливости детали можно*

- А. Повышением класса чистоты поверхности.
- Б. Некоторым увеличением толщины и степени наклепа поверхностного слоя.
- В. Оба ответа верны.

87. *Эффективный коэффициент концентрации напряжений используют для*

- А. Оценки степени снижения предела выносливости при наличии концентраторов напряжений.
- Б. Оценки степени снижения предела прочности при наличии концентраторов напряжений.
- В. Оценки степени снижения предела текучести при наличии концентраторов напряжений.

88. *Зависит ли эффективный коэффициент концентрации напряжений от пластичности материала.*

- А. Да.
- Б. Нет.

89. *Тенденция к росту предела выносливости с увеличением частоты нагружения связана с*

- А. Увеличением пластичности материала.
- Б. Поверхностным упрочнением материала.
- В. Оба ответа верны.

90. *С ростом содержания углерода в низко- и среднеуглеродистых сталях предел выносливости*

- А. Увеличивается.
- Б. Уменьшается.
- В. Неизменен.

91. *Для большинства металлов измельчением структуры предел выносливости можно*

- А. Увеличить.
- Б. Уменьшить.

92. *С увеличением абсолютных размеров испытываемых образцов предел выносливости*

- А. Увеличивается.
- Б. Уменьшается.
- В. Неизменен.

93. *Можно ли утверждать, что соответствующей термообработкой можно всегда повысить предел выносливости материала детали.*

- А. Да.
- Б. Нет.

94. *Созданием остаточных сжимающих напряжений предел выносли-*

вости можно

- А. Увеличить.
- Б. Уменьшить.

95. *Предел выносливости выше у угловых швов*

- А. Обработанных, в форме неравностороннего треугольника.
- Б. Обработанных, в форме равностороннего треугольника.
- В. Обработанных, вогнутых, в форме неравностороннего треугольника.

96. *Под концентрацией напряжений подразумевают.*

- А. Повышенный уровень напряжений, вызванных рабочими нагрузками, по сравнению с их средним уровнем в местах геометрических неоднородностей.
- Б. Повышенный уровень остаточных напряжений в сварных соединениях.
- В. Повышенный уровень напряжений в местах геометрических неоднородностей при механических испытаниях образцов.

97. *Теоретическим коэффициентом концентрации напряжений оценивают.*

- А. Эффективность концентратора при динамическом нагружении.
- Б. Эффективность концентратора при статическом нагружении.
- В. Оба ответа верны.

98. *Как меняется концентрация напряжений в районе концентратора.*

- А. Увеличивается по мере удаления от точки концентратора напряжений.
- Б. Уменьшается по мере удаления от точки концентратора напряжений.
- В. Остается неизменной по мере удаления от точки концентратора напряжений.

99. *Какой из перечисленных концентраторов напряжений обладает наибольшей концентрацией.*

- А. Отверстие в виде окружности.
- Б. Отверстие в виде эллипса.
- В. Острый надрез.

100. *В каком случае будет наблюдаться рост концентрации напряжений.*

- А. По мере увеличения глубины и радиуса скругления корня надреза.
- Б. По мере увеличения глубины и уменьшения радиуса скругления корня надреза.
- В. По мере уменьшения глубины и увеличения радиуса скругления корня надреза.

101. *Понятие коэффициента интенсивности напряжений используют для оценки напряженного состояния в районе концентратора в виде*

- А. Отверстия.
- Б. Надреза.
- В. Трещины.

102. *Найдите справедливое утверждение.*

А. Детали, выполненные из пластичных материалов, лучше воспринимают концентрацию напряжений, нежели детали, выполненные из высокопрочных материалов, так как способны воспринимать пластическую деформацию без разрушения.

Б. Детали, выполненные из пластичных материалов, лучше воспринимают концентрацию напряжений, нежели детали, выполненные из высокопрочных материалов, так как обладают высокими упругими свойствами.

В. Детали, выполненные из высокопрочных материалов, лучше воспринимают концентрацию напряжений, нежели детали, выполненные из пластичных материалов, так как способны воспринимать пластическую деформацию без разрушения.

103. *В каком из перечисленных швов соединений концентрация напряжений может отсутствовать.*

А. Обработанный шов стыкового соединения.
Б. Угловой шов таврового (нахлесточного) соединения с плавными переходами к основному металлу.

В. Шов соединения, выполненного контактной точечной (роликовой) сваркой.

104. В каком из перечисленных мест сечения стыкового шва соединения наблюдается наибольшая концентрация напряжений.

А. Усиление шва.

Б. Корень шва.

В. Места перехода от металла шва к основному металлу.

105. В каком из перечисленных мест сечения углового шва таврового соединения наблюдается наибольшая концентрация напряжений.

А. Усиление шва.

Б. Корень шва.

В. Места перехода от металла шва к основному металлу.

106. В сечении углового шва угол наклона плоскости наибольшей концентрации напряжений по отношению к направлению приложенного усилия составляет примерно

А. 30° .

Б. 45° .

В. 60° .

107. Фланговым швом называется шов расположенный

А. Перпендикулярно приложенному усилию.

Б. Под углом к направлению приложения усилия.

В. Параллельно приложенному усилию.

108. Во фланговом шве

А. Наибольший уровень напряжений наблюдается посередине шва.

Б. Наибольший уровень напряжений наблюдается в краевых точках шва.

В. Распределение напряжений по длине равномерно.

109. Если в соединении, имеющем фланговые швы добавить лобовой сварной шов, то концентрация напряжений в сечениях соединения

А. Уменьшится.

Б. Увеличится.

В. Останется неизменной.

110. Как распределено усилие между точками соединения выполненного точечной контактной сваркой.

А. Наиболее нагружены центральные точки ряда.

Б. Наиболее нагружены крайние точки ряда.

В. Распределение усилий по точкам ряда равномерно.

111. Предельным состоянием называют

А. Состояние детали или конструкции, при котором она перестает удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям.

Б. Состояние детали или конструкции, при котором она разрушается.

В. Состояние детали или конструкции, при котором она недопустимо деформируется, теряет устойчивость.

112. Расчет на прочность машиностроительных конструкций выполняют по

А. Нормативным сопротивлениям.

Б. Допускаемым сопротивлениям.

В. Допускаемым напряжениям.

113. Чем в первую очередь определяются допускаемые напряжения

- А. Физико-механическими характеристиками материала детали или конструкции.
- Б. Степенью точности инженерных расчетов.
- В. Условиями эксплуатации детали или конструкции.

114. Под основными допускаемыми напряжениями обычно понимают напряжения, полученные при испытаниях на

- А. Растяжение.
- Б. Сжатие.
- В. Изгиб.
- Г. Кручение.

115. От чего зависит коэффициент продольного изгиба.

- А. Характера нагружения конструкции.
- Б. Гибкости конструкции.
- В. Условий эксплуатации конструкции.

116. В каких пределах лежит коэффициент запаса прочности материала k_l

- А. 0,9-1,1.
- Б. 1,1-1,3.
- В. 1,3-1,5.

117. Какую долю составляют допускаемые напряжения, полученные при работе на срез от основных допускаемых напряжений.

- А. 40-50 %.
- Б. 50-60 %.
- В. 60-70%.

118. При работе деталей или конструкций под переменными нагрузками допускаемые напряжения следует

- А. Уменьшать.
- Б. Увеличивать.
- В. Оставлять неизменными.

119. При работе на срез соединения, выполненного контактной точечной сваркой допускаемые напряжения принимают в зависимости от основных равными

- А. 0,3.
- Б. 0,5.
- В. 0,6.

120. Под несущей способностью подразумевают

- А. Способность материала или детали сопротивляться пластическому деформированию.
- Б. Способность материала или детали сопротивляться разрушению.
- В. Способность материала или детали сопротивляться наступлению предельного состояния.

121. Расчетная прочность – это

А. Установленная в результате эксплуатации или испытания при конкретных свойствах материала, значении и характере действия нагрузок, температуре, среде, технологии изготовления, способность конструкции сопротивляться наступлению предельных состояний.

Б. Установленная в результате расчета с использованием экспериментальных характеристик материала, теоретического аппарата, способность конструкции сопротивляться наступлению предельных состояний.

В. Способность материала или детали сопротивляться наступлению предельного состояния.

122. У большинства металлов и сплавов с понижением температуры происходит

- А. Снижение предела прочности и предела текучести.
- Б. Снижение предела текучести и увеличение предела прочности.
- В. Увеличение предела прочности и предела текучести.

123. Хладостойкими называются металлы и сплавы, у которых с понижением температуры

- А. Предел текучести по сравнению с пределом прочности повышается незначительно.
- Б. Предел текучести по сравнению с пределом прочности значительно повышается.
- В. Предел текучести и предел прочности остаются неизменными.

124. У большинства металлов и сплавов с увеличением температуры происходит

- А. Снижение предела прочности и предела текучести.
- Б. Снижение предела текучести и увеличение предела прочности.
- В. Увеличение предела прочности и предела текучести.

125. У большинства металлов и сплавов с увеличением температуры может наблюдаться явление

- А. Релаксации напряжений.
- Б. Ползучести.
- В. Оба ответа верны.

126. Сварные швы, через которые передается вся полнота нагрузки, называются

- А. Вспомогательными.
- Б. Связующими.
- В. Рабочими.

127. Расчет швов стыковых соединений выполняют по допускаемым

- А. Нормальным напряжениям.
- Б. Касательным напряжениям.

128. При расчете угловых швов соединений используют характеристики

- А. Катета шва.
- Б. Толщины металла.
- В. Расчетной высоты шва.

129. Минимальную длину углового шва необходимо принимать равной

- А. 30 мм.
- Б. 40 мм.
- В. 50 мм.

130. Расчет прочности лобовых швов выполняют по допускаемым

- А. Нормальным напряжениям.
- Б. Касательным напряжениям.

131. Опасной плоскостью сечения углового шва имеющего треугольное очертание является

- А. Катет шва.
- Б. Основание шва.
- В. Высота, опущенная на основание шва.

132. Минимальную величину нахлеста при проектировании нахлесточного соединения следует принимать равной

- А. Четырем толщинам свариваемых элементов.
- Б. Шести толщинам свариваемых элементов.
- В. Восьюми толщинам свариваемых элементов.

133. Расчет прочности угловых швов тавровых соединений, выполненных с полным проплавлением основного металла осуществляют по допускаемым

- А. Нормальным напряжениям.
- Б. Касательным напряжениям.

134. Сварное соединение, выполненное точечной контактной сваркой рекомендуют располагать по отношению к направлению приложения нагрузки таким образом, чтобы оно работало на

- А. Отрыв.
- Б. Срез.
- В. Изгиб.
- Г. Кручение.

135. Каким образом следует учитывать неравномерность распределения усилия по точкам соединения, выполненного контактной точечной сваркой.

- А. Занижать допускаемые напряжения.
- Б. Увеличивать диаметр сварной точки.
- В. Увеличивать число точек в ряду.

136. Под хрупкостью подразумевают.

- А. Свойство материала разрушаться без заметной пластической деформации.
- Б. Способность материала разрушаться без заметной пластической деформации.
- В. Свойство материала пластически деформироваться без разрушения.

137. Для большинства конструкционных материалов склонность к хрупкому разрушению возрастает по мере

- А. Увеличения скорости нагружения.
- Б. Снижения температуры испытаний.
- В. Перехода к объемному напряженному состоянию растяжения.
- Г. Все ответы верны.

138. Особенности хрупкого разрушения являются

А. Незначительные затраты энергии на продвижение трещины и высокие скорости ее распространения.

Б. Значительные затраты энергии на продвижение трещины и высокие скорости ее распространения.

В. Значительные затраты энергии на продвижение трещины и низкие скорости ее распространения.

139. Большинство методов оценки сопротивляемости металлов хрупким разрушениям основано на применении

- А. Статических нагрузок.
- Б. Динамических нагрузок.
- В. Ударных нагрузок.

140. Под ударной вязкостью подразумевают

А. Полную работу, направленную на разрушение образца.

Б. Кинетическую энергию, направленную на разрушение образца по ослабленному сечению.

В. Удельную полную работу, направленную на разрушение образца по ослабленному сечению.

141. Под порогом хладноломкости подразумевают

- А. Температуру при которой ударная вязкость составляет $0,25 - 0,3 \text{ МДж/м}^2$.
- Б. Ударную вязкость металла при температуре минус 40^0 С .
- В. Ударную вязкость металла при температуре минус 60^0 С .

142. Какой вид термообработки низкоуглеродистых конструкционных сталей способен максимально повысить ударную вязкость.

- А. Нормализация.
- Б. Закалка и последующий высокий отпуск.
- В. Термообработкой нельзя повысить ударную вязкость.

143. Напряжения какого знака рационально создавать в металле соединения из низкоуглеродистой конструкционной стали, с целью снижения общего напряженного состояния

- А. Сжатия.
- Б. Растяжения.

144. Под чувствительностью металла к дефекту подразумевают

- А. Степень снижения физических характеристик металла в месте дефекта к бездефектному участку металла.
- Б. Степень снижения механических характеристик металла в месте дефекта к бездефектному участку металла.
- В. Степень изменения структуры металла в месте дефекта к бездефектному участку металла.

145. Для оценки чувствительности металла к дефектам при статических нагрузках используют

- А. Предел текучести.
- Б. Предел прочности.
- В. Предел выносливости.

146. Можно говорить, что металл чувствителен к дефекту при испытании, если его прочность в месте дефекта по отношению к бездефектному участку

- А. Не снижается.
- Б. Снижается линейно.
- В. Снижается нелинейно.

147. Укажите наиболее опасный дефект сварного соединения с точки зрения его прочности.

- А. Неполное проплавление.
- Б. Пористость.
- В. Смещение кромок.
- Г. Включения.

148. Можно ли в сварных соединениях, не чувствительных к дефектам при динамическом нагружении скомпенсировать неполное проплавление усилением шва

- А. Да.
- Б. Нет.

149. Какого значения может достигать эффективный коэффициент концентрации напряжений при наличии такого дефекта, как цепочка пор неправильной геометрической формы

- А. 3.
- Б. 5.
- В. 6.

150. Является ли опасным такой дефект соединения, как смещение

кромок стыкуемых элементов до 15 % от их толщины, при его работе в условиях статического нагружения

А. Да.

Б. Нет.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных/нестандартных задач

1. Рассчитать стыковое сварное соединение на прочность при действии статической нагрузки.

2. Рассчитать нахлесточное сварное соединение на прочность при действии статической нагрузки.

3. Рассчитать тавровое сварное соединение на прочность при действии статической нагрузки.

4. Рассчитать соединение, выполненное контактной сваркой на прочность при действии статической нагрузки.

5. Рассчитать стыковое сварное соединение на прочность при действии динамической нагрузки.

6. Рассчитать нахлесточное сварное соединение на прочность при действии динамической нагрузки.

7. Рассчитать тавровое сварное соединение на прочность при действии динамической нагрузки.

8. Рассчитать соединение, выполненное контактной сваркой на прочность при действии динамической нагрузки.

9. Рассчитать на прочность соединение, работающее на изгиб.

10. Рассчитать на прочность соединение, работающее на сложное сопротивление.

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

5-й семестр

1. Понятия напряжения, деформации, перемещения. Виды напряжений. Тензор напряжений.

2. Деформированное состояние. Механизм образования деформаций.

3. Одноосное растяжение. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.

4. Диаграммы растяжения.

5. Истинная и условная диаграммы.

6. Основные механические характеристики металлов.

7. Понятие жесткости. Конструктивная жесткость. Явление потери устойчивости конструкции.

8. Температурные напряжения.

9. Основные параметры, определяющие состояние металла.

10. Ползучесть металлов. Кривая ползучести.

11. Влияние температуры и напряжений на ползучесть металлов.

12. Релаксация напряжений.

13. Влияние высоких температур на свойства металлов.

14. Собственные напряжения при сварке. Основные понятия.

15. Деформации и напряжения в стержне с односторонним жестким закреплением при нагреве и охлаждении.
16. Деформации и напряжения в стержне с двусторонним жестким закреплением при нагреве и охлаждении.
17. Деформации и напряжения в стержне с жестким закреплением с одной стороны и пружиной с другой стороны при нагреве и охлаждении.
18. Образование деформаций и напряжений в сварном соединении на стадии нагрева.
19. Образование деформаций и напряжений в сварном соединении на стадии охлаждения.
20. Распределение напряжений в листовых конструкциях малых и средних толщин.
21. Распределение напряжений при многослойной сварке.
22. Распределение напряжений при электрошлаковой сварке.
23. Распределение напряжений в соединениях с круговыми швами.
24. Распределение напряжений в соединениях с кольцевыми швами.
25. Основные конструктивные и технологические факторы, влияющие на распределение остаточных напряжений.
26. Методы определения остаточных напряжений. Механические методы.
27. Методы определения остаточных напряжений. Физические методы.
28. Сварочные деформации и перемещения продольного укорочения.
29. Сварочные деформации и перемещения поперечного укорочения.
30. Угловые деформации при сварке.
31. Потеря устойчивости тонколистовых элементов сварной конструкции.
32. Перемещения в направлении перпендикулярном поверхности свариваемых листов.
33. Продольные перемещения и деформации скручивания.
34. Деформации балочных конструкций от продольных швов.
35. Деформации балочных конструкций от поперечных швов.
36. Деформации и перемещения в оболочках (тонкостенные оболочки, продольные швы).
37. Деформации и перемещения в оболочках (тонкостенные оболочки, круговые и кольцевые швы).
38. Деформации и перемещения в толстостенных оболочках.
39. Изменение размеров сварной конструкции в процессе вылеживания, механической обработки и эксплуатации.
40. Методы снижения остаточных деформаций на стадии разработки технологии сварки и при сварке.
41. Методы снижения остаточных деформаций после сварки.
42. Методы снижения (устранения) остаточных напряжений.
43. Механическая неоднородность сварных соединений. Мягкая и твердая прослойки.
44. Работа сварного соединения при продольном растяжении.
45. Работа сварного соединения при поперечном растяжении.
46. Явление контактного упрочнения. Коэффициент контактного упрочне-

ния.

47. Природа усталости металлов.
48. Стадии усталостного разрушения.
49. Усталостная прочность. Основные понятия и определения.
50. Влияние качества и состояния поверхности на усталостную прочность.
51. Влияние концентрации напряжений на усталостную прочность.
52. Влияние частоты нагружения на усталостную прочность.
53. Влияние состава и структуры металла на усталостную прочность.
54. Масштабный фактор.
55. Влияние термообработки на усталостную прочность.
56. Меры, повышающие сопротивляемость сварных соединений усталостным разрушениям.

6-й семестр

1. Влияние концентраторов в виде отверстия, эллипса на распределение напряжений.
2. Влияние концентраторов в виде надреза на распределение напряжений.
3. Концентраторы напряжений в пластичных и высокопрочных материалах.
4. Распределение напряжений в стыковых швах и соединениях.
5. Распределение напряжений в лобовых швах тавровых (нахлесточных) соединений.
6. Распределение напряжений во фланговых швах нахлесточных соединений.
7. Распределение напряжений в точечных соединениях (контактная сварка).
8. Принципы расчета сварных соединений. Предельные состояния.
9. Расчет соединений по нормативным сопротивлениям.
10. Расчет соединений по допускаемым напряжениям.
11. Понятия расчетной и конструктивной прочности.
12. Причины несовпадения расчетной и конструктивной прочности.
13. Влияние низких температур на свойства сварных соединений.
14. Прочность сварных соединений при высоких температурах.
15. Расчет прочности стыковых соединений при статических нагрузках.
16. Расчет прочности нахлесточных соединений при статических нагрузках.
17. Расчет прочности тавровых соединений при статических нагрузках.
18. Расчет прочности точечных соединений (контактная сварка) при статических нагрузках.
19. Расчет прочности соединений работающих на изгиб и сложное сопротивление.
20. Расчет прочности по способу расчленения соединения на составляющие.
21. Расчет прочности соединений по способу полярного момента инерции.
22. Расчет прочности соединений по способу осевого момента инерции.
23. Хрупкость. Причины хрупкости металлов.

24. Причины нежелательности хрупких разрушений.
25. Методы оценки сопротивляемости хрупким разрушениям.
26. Причины хрупких разрушений сварных конструкций.
27. Пути повышения сопротивляемости хрупким разрушениям
28. Дефекты при сварке. Оценка дефектов.
29. Влияние несправки на прочность сварных соединений.
30. Влияние пористости на прочность сварных соединений.
31. Влияние смещения кромок на прочность сварных соединений.
32. Влияние включений на прочность сварных соединений.
33. Тонкостенные сосуды, работающие под внутренним давлением. Назначение и условия работы.
34. Тонкостенные сосуды, работающие под внутренним давлением. Выбор материала.
35. Тонкостенные сосуды, работающие под внутренним давлением. Конструктивное оформление и схема расчета.
36. Тонкостенные сосуды, работающие под внутренним давлением. Конструктивное оформление и технологичность.
37. Принципы расчета и проектирования балок (определение высоты балки).
38. Принципы расчета и проектирования балок (подбор поперечного сечения балки и проверка прочности сечения).
39. Принципы расчета и проектирования стоек (расчет стоек при центральном сжатии).
40. Принципы расчета и проектирования стоек (расчет стоек при эксцентричном сжатии).
41. Материалы сварных конструкций. Конструкционные стали.
42. Материалы сварных конструкций. Цветные сплавы.
43. Изображение и обозначение сварных соединений на чертежах.

7.2.5 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одну задачу.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если студент не дал ответы на теоретические вопросы и не решил задачу.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится, если студент дал частичные ответы на теоретические вопросы и не решил задачу в полном объеме, но продемонстрировал верный ход решения.

3. Оценка «Хорошо» ставится, если студент дал неполные ответы на теоретические вопросы и решил задачу в полном объеме, получив неверный ответ, но продемонстрировав верный ход решения.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент дал полные ответы на теоретические вопросы и решил задачу в полном объеме, получив верный ответ.

7.2.6 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы	Код	Наименование оценочного
-------	------------------------	-----	-------------------------

	(темы) дисциплины	контролируемой компетенции	средства
1	Напряжения, деформации, перемещения.	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет с оценкой, курсовой проект, экзамен
2	Особенности работы сварных соединений под нагрузкой	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет с оценкой, курсовой проект, экзамен
3	Основные понятия в прочностных расчетах	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет с оценкой, курсовой проект, экзамен
4	Расчет прочности сварных соединений при статических нагрузках	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет с оценкой, курсовой проект, экзамен
5	Хрупкие разрушения сварных конструкций	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет с оценкой, курсовой проект, экзамен
6	Принципы расчета балок, стоек, сосудов	ПК-3, ПК-5	Тест, зачет с оценкой, курсовой проект, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование, как этап текущего контроля осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка «аттестован»/«неаттестован». Успешное выполнение тестовых заданий является основанием допустить студента к промежуточной аттестации, при наличии выполненного курсового проекта.

Выполнение курсового проекта предполагает:

- определение расчетной схемы балки с указанием действующих нагрузок;
- построение эпюр изгибающих моментов M и перерезывающих сил Q в характерных сечениях балки;
- выбор материала балки;
- определение высоты балки h и выбор типа сечения;
- конструирования сечения балки;
- проверка прочности сечения балки;
- проверка общей устойчивости балки;
- проверка местной устойчивости элементов балки;
- конструирование и расчет сварных соединений балки;
- конструирование и расчет опорных плит балки;
- разработка графической части проекта сварной балки;
- определение расчетной схемы колонны с указанием действующих нагрузок;
- выбор материала колонны;
- расчет и конструирование сечения колонны, проверка прочности колонны;
- проверка устойчивости колонны.
- расчет и конструирование соединительных элементов и диафрагм колонны;
- расчет и конструирование оголовка колонны;

- расчет и конструирование базы колонны;
- расчет и конструирование сварных соединений колонны;
- разработку графической части проекта сварной колонны.

Курсовой проект включает в себя графическую часть в виде двух сборочных чертежей разрабатываемых конструкций формата А1 (возможно А3) и расчетно-пояснительную записку объемом 25-40 страниц.

Защита курсового проекта осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 30 мин.

Экзамен является итоговым этапом промежуточной аттестации. Методика его оценивания изложена в пункте 7.2.5.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Николаев Г.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование. М.: Высшая школа, 1990.
2. Корчагин И.Б. Проектирование сварных конструкций: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2005.
3. Недосека А.Я. Основы расчета сварных конструкций. Киев: Высшая школа, 1988.
4. Корчагин И.Б., Булков А.Б. Напряжения и деформации при сварке: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2007.
5. Башкатов А.В., Петренко В.Р., Булков А.Б. Расчет сварных соединений и конструкций: Учеб. пособие. Воронеж: Воронеж гос. техн. ун-т, 2001.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Учебно-методический материал по дисциплине представлен на сайте: <http://eios.vorstu.ru>.

В процессе обучения используются:

- компьютерные программы MS Windows, MS Office
- профессиональные базы данных и информационных справочных систем:

Профессиональные стандарты, доступ свободный: <http://profstandart.rosmintrud.ru>; eLIBRARY.RU, доступ свободный www.elibrary.ru; «Техэксперт» - профессиональные справочные системы; доступ свободный <http://техэксперт.ру>; Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ»; доступ свободный <https://www.technormativ.ru/>; Электронно-библиотечная система ЛАНЬ, доступ свободный <https://e.lanbook.com/>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения практических занятий.

Лаборатории кафедры, оснащенные сварочным оборудованием, специальной сборочно-сварочной оснасткой и измерительным инструментом.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Расчет и проектирование сварных соединений» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета сварных соединений и конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом

	учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведую- щего кафедрой, от- ветственной за реа- лизацию ОПОП