

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 24.04.2023 № 23.4

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

Сопротивление материалов

название дисциплины

для направления подготовки

14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

код и название направления подготовки

образовательная программа

Nuclear Technologies

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Сопротивление материалов» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Сопротивление материалов» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

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

1.1. В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Код компетенций</i>	<i>Наименование компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>
ПК-6	Способность к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы	З-ПК-6 Знать методы проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы. У-ПК-6 Уметь проектировать основное оборудование атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы. В-ПК-6 Владеть навыками проектирования основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, и обеспечения безопасной работы.

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 3 семестр			
1.	Раздел 1. Статика твердого тела	ПК-6	Оценочное средство № 1.1 (КР)
2.	Раздел 2. Исследование напряженного и деформированного состояний	ПК-6	Оценочное средство № 1.1 (КР)
3.	Раздел 3. Растяжение, сжатие	ПК-6	Оценочное средство № 1.2 (КР)
4.	Раздел 4. Изгиб	ПК-6	Оценочное средство № 2.1 (КР)
5.	Раздел 5. Сдвиг и кручение	ПК-6	Оценочное средство № 2.2 (КР)
6.	Раздел 6. Расчет на прочность оболочечных конструкций. Сосуды под давлением жидкости и газа	ПК-6	Оценочное средство № 2.2 (КР)
Промежуточная аттестация, 3 семестр			
	экзамен		Оценочное средство № 3

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			70-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-69	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Незачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	1-16	36	60
Контрольная точка № 1	7-8	18	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	7-8	9	15
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	7-8	9	15
Контрольная точка № 2	15-16	18	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	15-16	9	15
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	15-16	9	15
Промежуточная аттестация	-	24	40
Экзамен	-		
<i>Оценочное средство № 3</i>	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

Определение бонусов и штрафов (необязательно)

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра:

- за активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

Штрафы: за несвоевременную сдачу контрольной точки 1 или 2 максимальная оценка может быть снижена на 3 балла, но не ниже минимального балла за оценочное средство

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

Оценочное средство № 1.1

а) типовое задание:

Для точки с напряжениями $\sigma_x = -40$ (кН/м²); $\sigma_y = 20$ (кН/м²); $\tau_{xy} = 20$ (кН/м²):

1) построить тензор напряжений $[\sigma]$;

2) вычислить главные напряжения;

3) построить круг Мора (и подписать все переменные и их значения), показать на графике точки, соответствующие заданным значениям $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$;

4) вычислить σ and τ для $\alpha = 60^\circ$;

5) проверить σ и τ на круге Мора.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

За каждый верно выполненный пункт 3 балла.

в) описание шкалы оценивания:

По каждому пункту задания:

пункт выполнен верно – 3 балла;

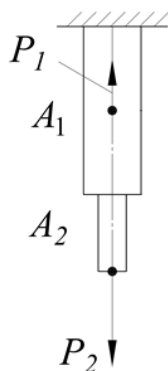
есть ошибки – 1-2 балла;

все значения, полученные в пункте, неверны – 0 баллов.

Оценочное средство № 1.2

а) типовое задание:

К брусу приложены следующие нагрузки: $P_1 = 60$ кН; $P_2 = 40$ кН; поперечные сечения бруса: $A_1 = 20 \times 30$ см; $A_2 = 6 \times 20$ см. Допустимое напряжение $[\sigma] = 500$ кПа. Задания:



1) Определить реакцию в опоре.

2) Построить эпюру внутренних нормальных сил (N_x).

3) Построить эпюру нормальных напряжений (σ_x).

4) Проверить условие прочности по нормальным напряжениям.

5) Построить эпюру деформаций (ε_x) ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа).

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

За каждый верно выполненный пункт 3 балла.

в) описание шкалы оценивания:

По каждому пункту задания:

пункт выполнен верно – 3 балла;

есть ошибки – 1-2 балла;

все значения, полученные в пункте, неверны – 0 баллов.

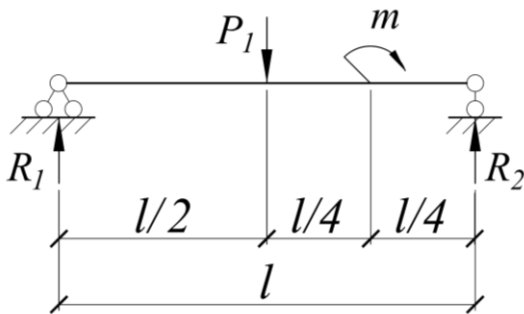
Оценочное средство № 2.1

а) типовое задание:

Балка длиной $l = 5$ м загружена сосредоточенной силой $P_1 = 5$ кН и парой сил $m = 20$ кН·м.

Задания:

- 1) найти направление и величину реакции R_1 (нарисовать на схеме);
- 2) найти направление и величину реакции R_2 (нарисовать на схеме);
- 3) построить эпюру поперечной силы V ;
- 4) построить эпюру изгибающего момента M ;
- 5) проверить соотношение между поперечной силой и изгибающим моментом $V = \frac{dM}{dx}$.



б) критерии оценивания компетенций (результатов):

За каждый верно выполненный пункт 3 балла.

в) описание шкалы оценивания:

По каждому пункту задания:

пункт выполнен верно – 3 балла;

есть ошибки – 1-2 балла;

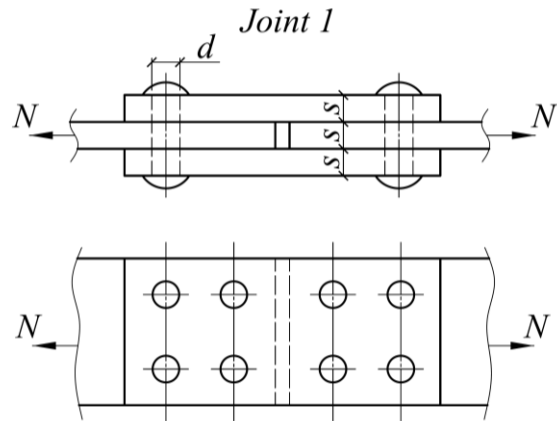
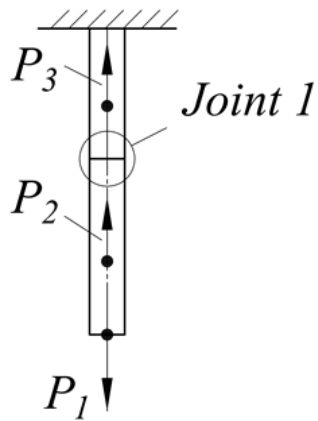
все значения, полученные в пункте, неверны – 0 баллов.

Оценочное средство № 2.2

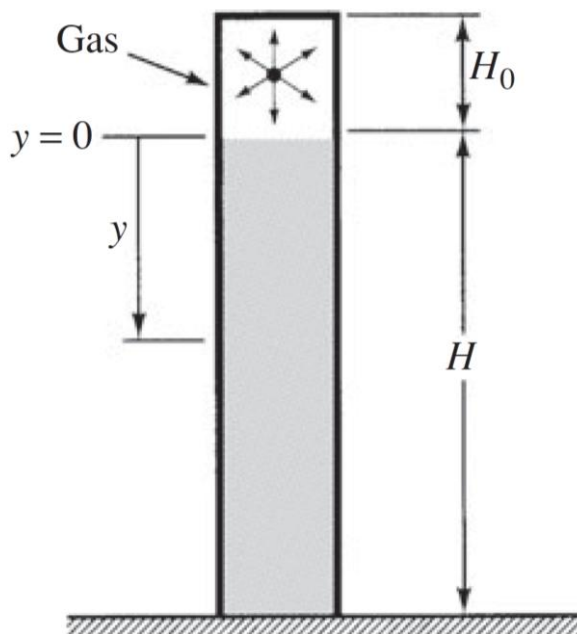
а) типовое задание:

– Брус находится под действием продольных сил $P_1 = 100$ кН; $P_2 = 30$ кН; $P_3 = 20$ кН. Узел 1 – заклепочное соединение. Толщина пластин $s = 0,6$ см; допустимые напряжения равны $[\tau] = 80$ МПа; $[\sigma_{bearing}] = 130$ МПа. Задания:

- 1) определить нормальную силу в узле 1;
- 2) определить минимальный диаметр заклепки d из условия прочности по касательным напряжениям (кратный 5 мм);
- 3) определить минимальный диаметр заклепки d из условия прочности на смятие (кратный 5 мм);
- 4) из значений, полученных в пп. 2 and 3 найти минимально допустимое значение d ;
- 5) выполнить проверку прочности по касательным напряжениям и на смятие при значении d из п. 4.



– Вертикальный цилиндрический резервуар, выполненный из нержавеющей стали, радиус которого 70 см, заполнен жидкостью до высоты 6 м. Инертный газ занимает часть цилиндра высотой $H_0 = 2$ м от поверхности воды. Давление газа $p_0 = 150$ кПа. Допустимое напряжение в стали 185 МПа; удельный вес жидкости 9800 Н/м³.



Задания:

- 1) найти толщину стенки цилиндра h из условия прочности по касательным (окружным) напряжениям σ_h ;
- 2) найти толщину стенки цилиндра h из условия прочности по нормальным (осевым) напряжениям σ_a ;
- 3) по значениям, найденным в пп. 1 and 2, найти минимальное значение h , кратное 5 мм;
- 4) проверить условия прочности по касательным (окружным) и нормальным (осевым) напряжениям для значения h , полученного в п. 3.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

За верно выполненные пункты задания:

- за пункт 1 – 3 балла;
- за пункты 2-4 – 4 балла.

в) описание шкалы оценивания:

По пункту 1 задания:

- пункт выполнен верно – 3 балла;
- есть ошибки – 1-2 балла;
- все значения, полученные в пункте, неверны – 0 баллов.

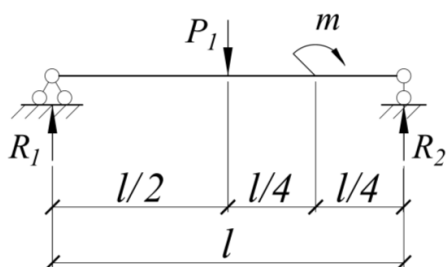
По пункту 2 задания
пункт выполнен верно – 4 балла;
есть ошибки – 1-3 балла;
все значения, полученные в пункте, неверны – 0 баллов.

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
Образовательная программа «Nuclear Technologies»
Дисциплина Сопротивление материалов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные определения сопротивления материалов. Определение напряжения и деформации
2. Граничные условия изгиба балок (прогибы и уклоны)
3. Балка длиной $l = 10$ м загружена сосредоточенной силой $P_1 = 7$ кН и парой сил $m = 30$ кН·м. Задания: 1) найти направление и величину реакций R_1 и R_2 (нарисовать на схеме); 2) построить эпюру поперечной силы V ; 3) построить эпюру изгибающего момента M ; 4) проверить соотношение между поперечной силой и изгибающим моментом $V = \frac{dM}{dx}$.



Составитель _____
(подпись)

М.В.Волкова

Начальник отделения
отделения ядерной физики
и технологий _____
(подпись)

Д.С.Самохин

« ____ » _____ 20 ____ г.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Шкала оценивания за каждый элемент экзаменационного билета:

Вопрос 1 – 10 баллов

Вопрос 2 – 10 баллов

Вопрос 3 (задача) – 20 баллов

ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Направление	<u>14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»</u>
Образовательная программа	<u>«Nuclear Technologies»</u>
Дисциплина	<u>Сопротивление материалов</u>

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Основные определения сопротивления материалов. Определение напряжения и деформации.
2. Гипотезы и предположения в сопротивлении материалов.
3. Основные типы опор, реакции в этих опорах. Основные типы элементов конструкции.
4. Тензор напряжений и его элементы. Дифференциальные уравнения равновесия для тензора напряжений. Взаимность касательных напряжений.
5. Напряжения в наклонной грани для плоского напряженного состояния. Главные напряжения и направления (определение и формулы). Круг Мора.
6. Тензор деформации и его элементы.
7. Закон Гука для стержня с осевой нагрузкой.
8. Потенциальная энергия деформации стержней с продольной нагрузкой.
9. Общая форма закона Гука для статической нагрузки.
10. Условия прочности и жесткости стержней с продольной нагрузкой.
11. Пластичные и хрупкие материалы и их характеристики.
12. Напряжения в наклонных сечениях стержней с продольной нагрузкой.
13. Круг Мора для стержней с продольной нагрузкой.
14. Условия статического равновесия. Определение реакций в основных типах балок.
15. Условия статического равновесия. Правило знаков. Построение эпюр M и V (показать на примере). Связь между изгибающим моментом и поперечной силой.
16. Нормальные напряжения и деформации при изгибе балок. Условие прочности.
17. Касательные напряжения и деформации при изгибе балок. Условие прочности.
18. Деформации балок. Дифференциальное уравнение кривой упругости.
19. Граничные условия изгиба балок (прогибы и уклоны).
20. Расчет статически неопределимых балок (на примере).
21. Прочность заклепочных соединений.
22. Закон Гука (с учетом термических деформаций) для стержней с продольной нагрузкой.
23. Прочность сварных соединений.
24. Кручение сплошного вала. Условия прочности и жесткости на кручение.
25. Прочность цилиндрических сосудов под давлением.
26. Прочность сферических сосудов под давлением.
27. Напряжения в балке из-за ограничения температурных деформаций.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<p>ФОС рассмотрен на заседании отделения ядерной физики и технологий (протокол № ____ от «__» _____ 2021 г.)</p>	<p>Руководитель образовательной программы 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p> <p>Начальник отделения ядерной физики и технологий «__» ____ 20__ г. _____ Д.С. Самохин</p>
--	--