Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.10.2026 11:43:22
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

Приложение А

(обязательное к рабочей программе дисциплины)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Нелинейные задачи строительной механики»

Уровень образования	специалитет (бакалавриат/магистратура/специалитет)
Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность	08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (код, наименование направления подготовки/специальности)
Профиль направления подготовки/специализация	«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» (наименование)

г. Махачкала 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
2.1.2. Этапы формирования компетенций
2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
3.1. Задания и вопросы для входного контроля
3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики», предназначен для контроля и оценки образовательных достижений, обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений.

Рабочей программой дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» предусмотрено формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук;

ОПК-6 – Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

Перечень оценочных средств, рекомендуемых для заполнения таблицы 1 (в ФОС не приводится, используется только для заполнения таблицы)

- *Деловая (ролевая) игра*
- *Коллоквиум*
- *Кейс-задание*
- *Контрольная работа*
- *Круглый стол (дискуссия)*
- *Курсовая работа / курсовой проект*
- *Проект*
- *Расчетно-графическая работа*
- *Решение задач (заданий)*
- *Тест (для текущего контроля)*
- *Творческое задание*
- *Устный опрос*
- *Эссе*
- *Тест для проведения зачета / дифференцированного зачета (зачета с оценкой) / экзамена*
- *Задания / вопросы для проведения зачета / дифференцированного зачета (зачета с оценкой) / экзамена*

Перечень оценочных средств при необходимости может быть дополнен.

2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем[1]
ОПК-1 – Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук;	ОПК-1.5. Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	- Знать: решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление; - Уметь: решать задачи профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление; - Владеть: методикой решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	контрольная работа, практические занятия
ОПК-6 – Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением.	ОПК-6.17. Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок	Знать: состав расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок Уметь: составлять расчётные схемы здания (сооружения), определять условия работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок Владеть: методикой составления расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок.	контрольная работа, практические занятия
	ОПК-6.18. Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием при-	Знать: оценивание прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения Умеет: оценивать прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения	контрольная работа, практические занятия

	кладного программного обеспечения	Владеть: методикой оценивания прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения.	
	ОПК-6.19. Динамический расчёт стержневой системы	Знать: динамический расчёт стержневой системы Умеет: рассчитывать динамические стержневые системы Владеть: динамикой расчёта стержневой системы.	контрольная работа, практические занятия

2.1.2. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «Нелинейные задачи строительной механики» определяется на следующих этапах:

1. **Этап текущих аттестаций** (*Для проведения текущих аттестаций могут быть использованы оценочные средства, указанные в разделе 2*)
2. **Этап промежуточных аттестаций** (*Для проведения промежуточной аттестации могут быть использованы другие оценочные средства*)

Таблица 2

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	**Этапы формирования компетенции**					
		Этап текущих аттестаций					**Этап промежуточной аттестации**
		1-5 неделя	**6-10 неделя**	**11-15 неделя**	**1-17 неделя**		
		Текущая аттестация №1	Текущая аттестация №2	Текущая аттестация №3	СРС	РГР	Промежуточная аттестация
1		**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
ОПК-1	ОПК-1.5. Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	+	+	+	+	+	РГР, СРС, билеты для проведения экзамена
ОПК-6	ОПК-6.17. Составление расчётной схемы здания (сооружения), определение условий работы элемента строительных конструкций при восприятии внешних нагрузок	+	+	+	+	+	СРС, билеты для проведения экзамена
	ОПК-6.18. Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения	+	+	+	+	+	СРС, билеты для проведения экзамена
	ОПК-6.19. Динамический расчёт стержневой системы	+	+	+	+	+	СРС, билеты для проведения экзамена

СРС – самостоятельная работа студентов; **РГР** – расчетно-графическая работа

2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продемонстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но обладает необходимыми знаниями для их устранения.	Обучающийся владеет знаниями основного материал на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходи-

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
	Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции	мому уровню для решения профессиональных задач
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков	

Показатели уровней сформированности компетенций могут быть изменены, дополнены и адаптированы к конкретной рабочей программе дисциплины.

2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибалльная, двадцатибалльная и стобалльная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			**Критерии оценивания**
пятибалльная	двадцатибалльная	стобалльная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: – продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала; – исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал; – правильно формирует определения; – демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; – умеет делать выводы по излагаемому материалу.
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: – демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений; – достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал; – демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе; – умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: – демонстрирует общее знание изучаемого материала; – испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы; – знает основную рекомендуемую литературу; – умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: – незнания значительной части программного материала; – не владения понятийным аппаратом дисциплины; – допущения существенных ошибок при изложении учебного материала; – неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; – неумение делать выводы по излагаемому материалу.

1. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП

3.1. Задания и вопросы для входного контроля

1. Строительная механика, ее задачи и методы.
2. Понятие о расчетной схеме сооружений. Различные типы систем и соответствующие им расчетные схемы.
3. Понятие о геометрической неизменяемости сооружений.
4. Неизменяемые, изменяемые и мгновенно-изменяемые системы.
5. Типы связей и опор, их статический и кинематический анализ.
6. Понятие о диске. Число степеней свободы и число лишних связей систем, образованных из дисков, и стержней.
7. Аналитические условия неизменяемости систем.
8. Кинематический (структурный) анализ систем.
9. Статический и кинематический признаки мгновенной изменяемости плоских систем.
10. Методы определения усилий от неподвижной нагрузки: метод сечений; кинематический метод; метод замены связей.
11. Образование и расчет на неподвижную нагрузку многопролетных статически определимых балок.
12. Методы определения усилий от подвижной нагрузки: общий метод; метод линий влияния.
13. Линии влияния опорных реакций и внутренних усилий в простых балках.
14. Особенности построения линий влияния при узловой передаче нагрузки.
15. Определение усилий по линиям влияния.
16. Построение линий влияния для многопролетных статически определимых балок.
17. Образование трехшарнирных систем. Типы трехшарнирных систем.
18. Определение опорных реакций и внутренних усилий в трехшарнирных системах.
19. Сопоставление балочных и трехшарнирных систем.
20. Рациональная ось трехшарнирной арки при различных нагрузках.
21. Построение линий влияния опорных реакций трехщарниных систем.
22. Построение линий влияния внутренних усилий в сечениях трехшарнирных систем.
23. Матрица влияния и ее связь с линией влияния и эпюрой внутренних усилий.
24. Расчетные схемы плоских ферм при узловой нагрузке.
25. Классификация плоских ферм по различным признакам.
26. Образование плоских ферм и их кинематический анализ.
27. Способы определения усилий в стержнях фермы от неподвижной нагрузки.
28. Статический метод построения линий влияния усилий в стержнях ферм.
29. Перемещения и их обозначения.
30. Работа внешних и внутренних сил. Обобщенное выражение работы.
31. Действительная и возможная работа внешних и внутренних сил.
32. Теорема о взаимности работ.
33. Теорема о взаимности перемещений.
34. Теорема о взаимности реакций.
35. Общий метод определения перемещений. Формула Максвелла-Мора.
36. Способы вычисления интегралаМора.
37. Определение перемещений от изменения температуры.
38. Определения перемещений от осадки опор.
39. Потенциальная энергия упругой системы.
40. Понятие о матрицах жесткости и податливости сооружений.
41. Статически неопределимые системы (СНС). Внутренняя и внешняя статическая неопределимость.
42. Основные свойства статически неопределимых систем.

43. Основная система и канонические уравнения метода сил.
44. Вычисление коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода сил
45. Поверка коэффициентов и свободных членов канонических уравнений метода сил
46. Определение основных неизвестных метода сил и построение эпюры изгибающих моментов.
47. Статическая и кинематическая проверка окончательной эпюры изгибающих моментов.

3.2. Оценочные средства и критерии и сформированности компетенций

3.2.1. Контрольные вопросы для первой аттестации (7 семестр)

1. Расчётные модели конструкций и их составляющие. Основные типы уравнений строительной механики.
2. Основные принципы, положенные в основу линейной строительной механики.
3. Основные виды нелинейностей в задачах строительной механики и их краткая характеристика.
4. Физически нелинейные задачи. Основные расчётные модели материалов.
5. Понятия: секущего модуля упругости, секториального модуля упругости и касательного модуля упругости.
6. Напряжённое состояние в точке деформированного тела.
7. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и тензор девиатор.
8. Деформированное состояние в точке тела. Разложение тензора деформаций на шаровой тензор и тензор девиатор.
9. Инварианты напряженно-деформированного состояния. Главные напряжения и главные деформации.
10. Интенсивности нормальных и касательных напряжений.
11. Интенсивности линейных деформаций и деформаций сдвига.
12. Основные группы теорий пластичности: деформационные теории и теория пластического течения. Основные предположения теорий пластичности.
13. Основные уравнения линейно-упругого тела. Граничные условия.
14. Формулировка уравнений теории упругости в перемещениях.
15. Основные положения теории малых упругопластических деформаций А. А. Ильюшина.
16. Основные положения теории пластического течения.
17. Ассоциированный закон течения.
18. Предельное напряженное состояние. Теории прочности: теория Треска–Сен-Венана, теория Губера-Мизеса, теория Мора–Кулона.
19. Зависимости между интенсивностями напряжений и деформаций.
20. Зависимость А.А. Ильюшина.
21. Степенная зависимость между интенсивностями напряжений и деформаций.
22. Гиперболическая зависимость между интенсивностями напряжений и деформаций.
23. Зависимость В.В. Соколовского между интенсивностями напряжений и деформаций.

3.2.2. Контрольные вопросы для второй аттестации

1. Уравнение изгиба балки из нелинейно-упругого материала.
2. Уравнение изгиба пластины из нелинейно-упругого материала.
3. Итерационные методы решения физически нелинейных задач.
4. Метод упругих решений.

5. Итерационный метод переменных параметров упругости для физически нелинейных задач.
6. Итерационный метод Ньютона–Рафсона для физически нелинейных задач. Модифицированный метод Ньютона-Канторовича.
7. Метод последовательных нагружений для физически нелинейных задач.
8. Расчёт нелинейно-упругих балок. Метод Бубнова-Галёркина.
9. Расчёт балки из нелинейно-упругого материала методом упругих решений.
10. Уравнение изгиба балки в приращениях (инкрементальноеуравнение). Метод последовательных нагружений для расчёта нелинейно-упругой балки.
11. Метод предельного равновесия. Основные положения теории предельного равновесия.
12. Понятия предельного усилия и пластического шарнира. Статически допустимое распределение усилий. Кинематически допустимые перемещения и деформации. Определение параметра предельной нагрузки.
13. Основные теоремы теории предельного равновесия. Статический и кинематический методы.
14. Типы нагрузок и основные постановки задач предельного равновесия.
15. Несущая способность сечений. Предельные усилия при чистом изгибе, растяжении (сжатии), сдвиге и кручении. Предельный момент для железобетонного прямоугольного сечения.
16. Условие текучести для прямоугольного сечения при внецентренном растяжении (сжатии).
17. Условие текучести для прямоугольного сечения при внецентренном растяжении (сжатии).

3.2.3. Контрольные вопросы для третьей аттестации

1. Условия пластичности для изгибаемых пластин.
2. Расчёт стержневых систем методом предельного равновесия.
3. Статический и кинематический методы. Примеры применения методов к однопролётной балке.
4. Расчёт кинематическим методом двухпролётной балки нагруженной в одном пролёте равномерно распределённой нагрузкой. Случай балки переменного сечения.
5. Понятие о расчёте рам и арок методом предельного равновесия.
6. Расчёт плит методом предельного равновесия.
7. Определение предельных нагрузок для пластин прямоугольной формы в плане, шарнирно закрепленных по контуру и находящихся под действием поперечной нагрузки. Случай закрепления пластины с возможностью приподнимания углов пластины (односторонние связи). Пластины с защемлённые по контуру.
8. Общая характеристика геометрически нелинейных задач.
9. Продольно-поперечный изгиб стержня.
10. Расчёт по деформированному состоянию простейшей шарнирно-стержневой системы.
11. Получение точных решений для сжато-изогнутых стержней.
12. Понятие об устойчивости первого и второго рода. Деформационный расчёт и устойчивость второго рода.
13. Расчёт рам по деформированному состоянию методом перемещений.
14. Гибкие нити, классификация по геомерическим параметрам.
15. Основное дифференциальное уравнение равновесия нити.

16. Расчёт пологой нити при действии распределённой нагрузки.
17. Понятие цепной линии.
18. Конструктивная нелинейность. Упругие системы с односторонними связями. Особенности функции потенциальной энергии.
19. Понятие рабочей системы на примере конструктивно нелинейной неразрезной балки.

Контрольные вопросы для первой аттестации (8 семестр)

1. Уравнения трех моментов как уравнения метода сил в расчете неразрезной балки.
2. Фиктивные опорные реакции и их табличные значения для разных случаев силового загружения.
3. Порядок расчета неразрезной балки с использованием уравнений трех моментов. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил, вычисление реакций опор.
4. Метод фокусов в расчетах неразрезной балки. Левые и правые фокусы и фокусные отношения, формулы их вычисления.
5. Опорные моменты загруженного пролета, формулы их вычисления. Порядок расчета неразрезной балки с одним загруженным пролетом методом фокусов.
6. Объемлющие (огибающие) эпюры изгибающих моментов. Построение объемлющих эпюр в неразрезной балке.
7. Кинематический способ построения линий влияния усилий в неразрезной балке (метод начальных параметров).
8. Статический способ построения линий влияния усилий в неразрезной балке.
9. Расчет неразрезных балок на осадку опор (кинематическое воздействие).
10. Основные гипотезы метода перемещений. Степень кинематической неопределимости системы.
11. Табличные значения реакций и эпюр моментов для стержней с двумя типами закрепления концов.
12. Основная система метода перемещений. Канонические уравнения. Основные неизвестные.
13. Коэффициенты и свободные члены канонических уравнений метода перемещений. Способы их вычислений.
14. Построение окончательной эпюры изгибающих моментов в методе перемещений.
15. Особенности построения единичных и грузовых эпюр в основной системе метода перемещений.
16. Расчет неразрезных балок методом перемещений.

Контрольные вопросы для второй аттестации

1. Расчет строительных конструкций по методу предельных состояний.
2. Метод предельного равновесия.
3. Работа сечения в пластической стадии. Пластические шарниры.
4. Статическая и кинематическая теоремы о предельном равновесии.
5. Какое состояние системы называется устойчивым?
6. Какая сила называется критической?
7. Почему при потере устойчивости стержней говорят о "продольном" изгибе?
8. Какие основные допущения вводятся при решении задач устойчивости стержневых систем?
9. Запишите приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня.
10. Какие основные методы расчета стержневых систем на устойчивость Вы знаете?
11. Какие стержневые системы при решении задач устойчивости называются консервативными?

Контрольные вопросы для третьей аттестации

1. Какая задача в устойчивости называется задачей Эйлера?
2. По какой формуле определяется критическая сила в задаче Эйлера?
3. Что называется приведенной (расчетной) длиной стержня при решении
4. Что такое "гибкость стержня"?
5. Запишите систему канонических уравнений метода перемещений при решении задач устойчивости.
6. Запишите в общем виде для задачи с двумя неизвестными метода перемещений уравнение устойчивости в общем виде.
7. По какой формуле определяется критическая сила через критический параметр?
8. На какие типы нагрузок можно разделить все динамические нагрузки?
9. Какие нагрузки относятся к периодическим неподвижным динамическим нагрузкам?
10. Какими общими признаками обладают периодические неподвижные нагрузки?
11. Что такое "резонанс"? Что происходит с конструкцией во время резонанса?
12. Какие динамические нагрузки называются непериодическими?
13. Какие подвижные нагрузки относятся к динамическим?
14. Что называется степенью свободы системы?
15. Приведите пример расчетной схемы рамы с 2 степенями свободы.
16. Какие колебания системы называются свободными?
17. Какие колебания системы называются вынужденными?
18. Какие силы действуют на массу в системе с одной степенью свободы при учете сил сопротивления и действии вибрационной нагрузки?
19. Какие силы действуют на массу в системе с одной степенью свободы при действии вибрационной нагрузки, когда силы сопротивления не учитываются?

3.2.4. Расчетно-графические работы

Семестр 7

1. Расчет плоской рамы в геометрической нелинейности.

Семестр 8

2. Расчет пространственной рамы при физической нелинейности.

3.3. Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы для проведения зачета

1. Расчётные модели конструкций и их составляющие. Основные типы уравнений строительной механики.
2. Основные принципы, положенные в основу линейной строительной механики.
3. Основные виды нелинейностей в задачах строительной механики и их краткая характеристика.
4. Физически нелинейные задачи. Основные расчётные модели материалов.
5. Понятия: секущего модуля упругости, секториального модуля упругости и касательного модуля упругости.
6. Напряжённое состояние в точке деформированного тела. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и тензор девиатор.
7. Деформированное состояние в точке тела. Разложение тензора деформаций на шаровой тензор и тензор девиатор.
8. Инварианты напряженно-деформированного состояния. Главные напряжения и главные деформации.
9. Интенсивности нормальных и касательных напряжений. Интенсивности линейных деформаций и деформаций сдвига.
10. Основные группы теорий пластичности: деформационные теории и теория пластического течения. Основные предположения теорий
пластичности.
11. Основные уравнения линейно-упругого тела. Граничные условия.

Формулировка уравнений теории упругости в перемещениях.
12. Основные положения теории малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина.
13. Основные положения теории пластического течения. Ассоциированный закон течения.
14. Предельное напряженное состояние. Теории прочности: теория Треска–Сен-Венана, теория Губера-Мизеса, теория Мора–Кулона.
15. Зависимости между интенсивностями напряжений и деформаций. Зависимость А.А. Ильюшина.
16. Степенная зависимость между интенсивностями напряжений и деформаций.
17. Гиперболическая зависимость между интенсивностями напряжений и деформаций.
18. Зависимость В.В. Соколовского между интенсивностями напряжений и деформаций.
19. Уравнение изгиба балки из нелинейно-упругого материала.
20. Уравнение изгиба пластины из нелинейно-упругого материала.
21. Итерационные методы решения физически нелинейных задач. Метод упругих решений.
22. Итерационный метод переменных параметров упругости для физически нелинейных задач.
23. Итерационный метод Ньютона–Рафсона для физически нелинейных задач. Модифицированный метод Ньютона-Канторовича.
24. Метод последовательных нагружений для физически нелинейных задач.
25. Расчёт нелинейно-упругих балок. Метод Бубнова-Галёркина.
26. Расчёт балки из нелинейно-упругого материала методом упругих решений.
27. Уравнение изгиба балки в приращениях (инкрементальное уравнение). Метод последовательных нагружений для расчёта нелинейно-упругой балки.
28. Метод предельного равновесия. Основные положения теории предельного равновесия.
29. Понятия предельного усилия и пластического шарнира. Статически допустимое распределение усилий. Кинематически допустимые перемещения и деформации. Определение параметра предельной нагрузки.
30. Основные теоремы теории предельного равновесия. Статический и кинематический методы.
31. Типы нагрузок и основные постановки задач предельного равновесия.
32. Несущая способность сечений. Предельные усилия при чистом изгибе, растяжении (сжатии), сдвиге и кручении. Предельный момент для железобетонного прямоугольного сечения.
33. Условие текучести для прямоугольного сечения при внецентренном растяжении (сжатии).
34. Условие текучести для прямоугольного сечения при внецентренном растяжении (сжатии).
35. Условия пластичности для изгибаемых пластин.
36. Расчёт стержневых систем методом предельного равновесия. Статический и кинематический методы. Примеры применения методов к однопролётной балке.
37. Расчёт кинематическим методом двухпролётной балки нагруженной в одном пролёте равномерно распределённой нагрузкой. Случай балки переменного сечения.
38. Понятие о расчёте рам и арок методом предельного равновесия.
39. Расчёт плит методом предельного равновесия.
40. Определение предельных нагрузок для пластин прямоугольной формы в плане, шарнирно закрепленных по контуру и находящихся под действием поперечной нагрузки. Случай закрепления пластины с возможностью приподнимания углов пластины (односторонние связи). Пластины защемлённые по контуру.
41. Общая характеристика геометрически нелинейных задач.
42. Продольно-поперечный изгиб стержня.
43. Расчёт по деформированному состоянию простейшей шарнирно-стержневой системы.
44. Получение точных решений для сжато-изогнутых стержней.
45. Понятие об устойчивости первого и второго рода. Деформационный расчёт и устойчивость второго рода.

46. Расчёт рам по деформированному состоянию методом перемещений.
47. Гибкие нити, классификация по геомерическим параметрам.
48. Основное дифференциальное уравнение равновесия нити.
49. Расчёт пологой нити при действии распределённой нагрузки. Понятие цепной линии.
50. Конструктивная нелинейность. Упругие системы с односторонними связями. Особенности функции потенциальной энергии.
51. Понятие рабочей системы на примере конструктивно нелинейной неразрезной балки.

Контрольные вопросы для проведения экзамена

1. Какие основные принципы лежат в основе линейной строительной механики?
2. Какие методы расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость разработаны в строительной механике?
3. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу допускаемых напряжений?
4. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу разрушающих нагрузок?
5. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу предельных состояний?
6. Какие виды нелинейности учитываются при прочностных расчетах инженерных сооружений и конструкций?
7. Что такое физическая нелинейность, для каких материалов она характерна?
8. Что такое геометрическая нелинейность?
9. Что такое конструктивная нелинейность, ее виды?
10. Какие гипотезы линейной строительной механики не соблюдаются при учете физической нелинейности материала?
11. То же, при учете геометрической нелинейности сооружений и конструкций?
12. То же, при учете конструктивной нелинейности сооружений и конструкций?
13. Какой вид имеют диаграммы деформирования упругого, упругопластического, жесткопластического и нелинейно-упругого тела?
14. Какие существуют классификации нелинейных задач теории упругости?
15. Какой вид имеют диаграммы деформирования физически нелинейного материала?
16. В чем состоит отличие между нелинейно-упругим и упругопластическим материалом?
17. В чем состоит особенность формулы для определения перемещений (Мора- Максвелла) применительно к расчету нелинейных задач строительной механики?
18. Какие четыре основные постановки задач нелинейной строительной механики возможны в практических расчетах?
19. В чем состоит основная предпосылка нелинейной теории упругости?
20. В чем состоит основная гипотеза в теории пластичности?
21. Что называется тензором напряжений, тензором деформаций и тензором скоростей деформаций?
22. Какой вид имеет тензор напряжений, тензор деформаций и тензор скоростей деформаций в главных осях напряжений?
23. На какие составляющие раскладывается тензор напряжений, тензор деформаций и тензор скоростей деформаций?
24. Какой вид имеют шаровые тензоры напряжений, деформаций и скоростей деформаций?
25. Какой вид имеют тензоры девиаторы напряжений, деформаций и скоростей деформаций?

26. С какой составляющей тензора напряжений связывают изменение объема, а с какой изменение формы тела?
27. По каким формулам подсчитываются средние напряжения, линейные деформации и скорости линейной деформации?
28. Какая величина характеризует скорость объемной деформации?
29. Из какого уравнения определяются главные напряжения?
30. Что называется инвариантами? Чему равны первый, второй и третий инварианты напряжений и деформаций?
31. Чему равны интенсивности нормальных и касательных напряжений?
32. Чему равны интенсивности линейных деформаций и деформаций сдвига?
33. Какие величины в теории упругости принято называть обобщенными напряжениями и деформациями?
34. Чему равны обобщенные напряжения и деформации при одноосном сжатии или растяжении, чистом сдвиге и всестороннем равномерном сжатии?
35. Какие основные уравнения описывают нелинейно-упругие тела? Их физический смысл?
36. Какой вид имеют уравнения равновесия?
37. Какие виды граничных условий применяются в теории упругости? Запишите уравнения статических граничных условий.
38. Какой вид имеют геометрические уравнения?
39. Какой вид имеют уравнения совместности или неразрывности деформаций и в каких плоскостях они связывают между собой составляющие деформаций?
40. Какой вид имеет реологическое уравнение состояния тела?
41. Как записываются законы изменения формы и объема?
42. Что такое простое и сложное нагружение?
43. Что такое активная и пассивная деформации?
44. Какие существуют основные группы теорий пластичности?
45. Какие приняты основные допущения теорий пластичности?
46. Как конкретно формулируются основные допущения в деформационной теории пластичности?
47. Что называется модулем пластичности?
48. Что такое параметры Надаи-Лоде?
49. Как записываются уравнения Генки?
50. Как определяются упругие и пластические составляющие деформации в деформационной теории пластичности?
51. Как учитывается процесс разгрузки в деформационной теории пластичности?
52. Как конкретно формулируются основные допущения в теории пластического течения?
53. Какой вид имеют уравнения Сен-Венана—Мизеса?
54. Что такое пластический потенциал, чему он равен?
55. Что такое ассоциированный закон течения?
56. Какие основные идеализированные тела применяются в механике сплошной среды?
57. По каким формулам определяются переменные параметры упругости?
58. Какой геометрический смысл секущего, секториального и касательного модулей упругости?
59. Как записывается обобщенный закон Гука в напряжениях и деформациях и их приращениях в канонической и матричной формах?

60. Как записываются уравнения нелинейного деформирования в форме, предложенной А.А. Ильюшиным?
61. Что такое коэффициент линейной деформируемости среды?
62. Какие существуют виды напряженных состояний сооружений?
63. В чем состоит суть теории прочности Треска – Сен-Венана?
64. В чем состоит суть теории прочности Мизеса, ее энергетическое обоснование?
65. Какой вид имеет условие прочности Мизеса-Шлейхера?
66. В чем состоит суть теории прочности Мора-Кулона?
67. Что такое явление «разрыхления» материала при пластической деформации?
68. Какой вид имеют критерии теории максимальных касательных напряжений В.В. Новожилова?
69. Какой вид имеет степенная зависимость между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
70. Какой вид имеют комбинированные зависимости между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
71. Какой вид имеет дробно-линейная зависимость между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
72. Какой вид имеет диаграмма В.В. Соколовского между обобщенными напряжениями и деформациями? Смысл коэффициентов и их определение?
73. Как вычисляются секущие и касательные модули упругости для представленных выше зависимостей?
74. Какой вид имеет система основных дифференциальных уравнений метода перемещений для нелинейно-упругого и упругопластического тела и его матричная форма?
75. В чем состоит суть метода упругих решений? Его алгоритм и форма матричной реализации?
76. В чем состоит суть метода переменных параметров упругости? Его алгоритм и форма матричной реализации?
77. В чем состоит суть метода дополнительных деформаций? Его алгоритм и форма матричной реализации?
78. В чем состоит суть метода Ньютона-Рафсона? Его алгоритм и форма матричной реализации?
79. В чем состоит суть модифицированного метода Ньютона—Канторовича? Его алгоритм и форма матричной реализации?
80. В чем состоит суть метода последовательного нагружения? Его алгоритм и форма матричной реализации?
81. Как осуществляется учет последовательности возведения наращиваемых сооружений?
82. При каких условиях справедлив закон плоских сечений в нелинейно-упругих балках?
83. Какой вид имеет эпюра нормальных напряжений по высоте поперечного сечения в зависимости от уравнения между напряжениями и деформациями?
84. Какой вид имеют зависимости между кривизной оси балки и изгибающим моментом при разных уравнениях между напряжениями и деформациями для сечений в форме прямоугольника и двутавра?
85. По каким формулам определяются напряжения в нелинейно-упругих балках?
86. Чему равен пластический момент сопротивления при изгибе?

87. Чему равны изгибающие моменты в физически нелинейных стержневых системах при различных законах изменения диаграммы «напряжение- деформация»?
88. Какой вид имеет дифференциальное уравнение изогнутой оси балки в физически нелинейных стержневых системах?
89. Какие алгоритмы приближенного решения дифференциального уравнения изогнутой оси балки применяются в методе переменных параметров упругости (МППУ)?
90. Какие алгоритмы приближенного решения дифференциального уравнения изогнутой оси балки применяются в методе последовательного нагружения (МИН)?
91. Какие достоинства и недостатки имеют МППУ и МПН?

3.4. Задания для проверки остаточных знаний

1. Какие основные принципы лежат в основе линейной строительной механики?
2. Какие методы расчета конструкций на прочность, жесткость и устойчивость разработаны в строительной механике?
3. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу допускаемых напряжений?
4. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу разрушающих нагрузок?
5. В чем состоит основная идея расчета конструкций по методу предельных состояний?
6. Какие виды нелинейности учитываются при прочностных расчетах инженерных сооружений и конструкций?
7. Что такое физическая нелинейность, для каких материалов она характерна?
8. Что такое геометрическая нелинейность?
9. Что такое конструктивная нелинейность, ее виды?
10. Какие гипотезы линейной строительной механики не соблюдаются при учете физической нелинейности материала?
11. То же, при учете геометрической нелинейности сооружений и конструкций?
12. То же, при учете конструктивной нелинейности сооружений и конструкций?
13. Какой вид имеют диаграммы деформирования упругого, упругопластического, жесткопластического и нелинейно-упругого тела?
14. Какие существуют классификации нелинейных задач теории упругости?
15. Какой вид имеют диаграммы деформирования физически нелинейного материала?
16. В чем состоит отличие между нелинейно-упругим и упругопластическим материалом?
17. В чем состоит особенность формулы для определения перемещений (Мора- Максвелла) применительно к расчету нелинейных задач строительной механики?
18. Какие четыре основные постановки задач нелинейной строительной механики возможны в практических расчетах?
19. В чем состоит основная предпосылка нелинейной теории упругости?
20. В чем состоит основная гипотеза в теории пластичности?