

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики
Кафедра железнодорожного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института транспорта
и логистики
В.В. Быкадоров



(подпись)

2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА»**

По специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог
Специализация: «Локомотивы»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Строительная механика железнодорожного подвижного состава» по специальности 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог. – 18с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы электропривода технологических установок на железной дороге» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.03.2018 г. № 215).

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель Тасанг Э.Х.,

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры железнодорожного транспорта «12» 04 20 23 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой
железнодорожного транспорта  Быкадоров В.В.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 20 23 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта и логистики  Иванова Е.И.

© Тасанг Э.Х., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины:

– изучение основных принципов расчета прочности элементов конструкций железнодорожного подвижного состава и овладение современными компьютерными методами прочностных расчетов.

Задачи изучения дисциплины:

- овладение теоретическими методами строительной механики, применяемыми при анализе железнодорожных конструкций на прочность;
- овладение методами математического анализа и моделирования, применяемые в теоретическом и экспериментальном исследовании;
- овладение методами расчета на прочность сооружений и конструкций при динамических нагрузках.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Строительная механика железнодорожного подвижного состава» входит в модуль естественных дисциплин, обязательной части учебного плана.

Дисциплина реализуется кафедрой железнодорожного транспорта.

Основывается на базе дисциплин: «Высшая математика»; «Физика»; «Сопротивление материалов»; «Теоретическая механика».

Является основой для изучения последующих дисциплин базовой части профессионального блока дисциплин подготовки студентов.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.2. применяет системы автоматизированного проектирования на базе отечественного и зарубежного программного обеспечения для проектирования транспортных объектов	Студенты, завершившие изучение дисциплины «Строительная механика железнодорожного подвижного состава», должны: знать: - теоретические основы строительной механики: основные понятия, правила и порядок расчетов конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость, критерии выбора конструкционных материалов и схем конструкций; - пакеты прикладных компьютерных программ по расчетам напряжений и деформаций и расчетам на прочность элементов конструкций подвижного состава железных дорог. уметь: - самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыски-

		вать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование; использовать пакеты прикладных компьютерных программ по расчетам напряжений и деформаций и расчетам на прочность элементов конструкций подвижного состава железных дорог. ПРИМЕЧАНИЕ: Все расчетные процедуры уметь выполнять с помощью пакетов прикладных программ для ЭВМ. владеть навыками: - культуры изложения материала, умением обобщать и анализировать информацию, ставить цели и задачи для решения конкретных вопросов, иметь представление о критериях обеспечения показателей надежности, долговечности и безопасности при эксплуатации напряженных конструкций и сооружений.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (5 зач. ед)	-	144 (5 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	64	-	12
Лекции	32		6
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	32		6
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (индивидуальная расчетно-графическая работа)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	53	-	132
Итоговая аттестация	экзамен	-	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5.

Тема 1. Введение. Общие понятия и классификация задач вычислительной механики.

Тема 2. Основные определения метода конечных элементов.

Тема 3. Понятие о конечных элементах. Матрица жесткости конечного элемента.

Тема 4. Преобразование матрицы жесткости при переходе от одной системы координат к другой.

Тема 5. Примеры построения матрицы жесткости конечного элемента.

Тема 6. Правила знаков эпюр.

Тема 7. Метод конденсации при расчете изгибаемых стержневых конструкций.

Тема 8. Постановка плоской задачи теории упругости методом конечных элементов.

Тема 9. Современные программные средства конечно-элементного анализа.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Введение. Общие понятия и классификация задач вычислительной механики.	3	-	-
2	Основные определения метода конечных элементов.	3	-	1
3	Понятие о конечных элементах. Матрица жесткости конечного элемента.	4	-	1
4	Преобразование матрицы жесткости при переходе от одной системы координат к другой.	4	-	1
5	Примеры построения матрицы жесткости конечного элемента.	4	-	1
6	Правила знаков эпюр.	4	-	-
7	Метод конденсации при расчете изгибаемых стержневых конструкций.	4	-	1
8	Постановка плоской задачи теории упругости методом конечных элементов.	3	-	-
9	Современные программные средства конечно-элементного анализа.	3	-	1
Итого:		32	-	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Введение. Общие понятия и классификация задач вычислительной механики.	3	-	-
2	Основные определения метода конечных элементов.	3	-	1
3	Понятие о конечных элементах. Матрица жесткости конечного элемента.	4	-	1
4	Преобразование матрицы жесткости при переходе от одной системы координат к другой.	4	-	1
5	Примеры построения матрицы жесткости конечного элемента.	4	-	1

6	Правила знаков эпюр.	4	-	-
7	Метод конденсации при расчете изгибаемых стержневых конструкций.	4	-	1
8	Постановка плоской задачи теории упругости методом конечных элементов.	3	-	-
9	Современные программные средства конечно-элементного анализа.	3	-	1
Итого:		32	-	6

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине «Строительная механика железнодорожного подвижного состава» учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала и соответствующих методических указаний)	Индивидуальное внеаудиторное расчетно-графическое задание	-	-	-
2	Подготовка к практическим занятиям (изучение теоретического материала и соответствующих методических указаний)	Проработка дополнительного учебного материала	27	-	44
3	Подготовка к лекционным занятиям (обработка материала лекций с привлечением рекомендован. литературы)	Проработка дополнительного учебного материала	26	-	44
4	Подготовка и защита контрольной работы	Проработка дополнительного учебного материала	-	-	44
Итого:			53	-	132

4.7. Курсовые работы/проекты.

Рабочим учебным планом дисциплины выполнение курсовых проектов/работ не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории, оборудованной комплектом плакатов по устройству локомотивов, а также переносным комплектом презентационной техники. В процессе проведения лекций используются средства наглядности (в частности плакаты, модели, видеодемонстрации на мониторе компьютера), а также различные методы

активизации восприятия материала студентами (проблемные вопросы, обращение к примерам из других сфер техники и т. п.).

- Практические занятия главным образом направлены на овладение методами решения типовых конкретных задач из области динамики подвижного состава рельсового транспорта, которые чаще всего встречаются в практической работе специалиста по подвижному составу железных дорог. При решении задач студенты используют микроэлектронную технику (инженерные микрокалькуляторы, планшеты и т. п.).

- Расчеты по расчетно-графическому индивидуальному заданию выполняются на ЭВМ по специальной программе, разработанной на кафедре железнодорожного транспорта.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений);
контрольные работы;
творческие задания;
рефераты;
тесты.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного экзамена с оценкой (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до

	30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Автоматизация расчетов транспортных сооружений / А.С. Городецкий [и др.]. – М. : Транспорт, 1989. – 232 с.
2. Леонтьев, Н.Н. Основы строительной механики стержневых систем : учеб. для вузов / Н.Н. Леонтьев, Д.Н. Соболев. А.А. Амосов. – М. : Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.
3. Метод конечных элементов : учеб. пособие / П.М. Варвак и [др.]. – Киев : Вища школа, 1981. – 176 с.
4. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы : учеб. для вузов / А.В. Александров [и др.]. М. : Стройиздат, 1983. – 488 с.
5. Городецкий А. С., Евзеров И. Д. Компьютерные модели конструкций. – Киев: Факт, 2005. – 343 с.

б) дополнительная литература:

1. Розин Л. А. Метод конечных элементов в применении к упругим системам. – М.: Стройиздат, 1977. – 128 с.
2. Перельмутер А. В., Сливкер В. И. Расчётные модели сооружений и возможность их анализа. – Киев, изд-во «Сталь», 2002. – 600 с.
3. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 590 с.
4. Программный комплекс «ЛИРА-Windows». Руководство пользователя в 8-ми томах. НИИ автоматизированных систем в строительстве. Госкомградостроительства Украины, 1997.
6. Кашеварова Г. Г., Пермькова, Т. Б. Численные методы решения задач строительства на ЭВМ/ Учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп.; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2003. – 352 с.
7. Крауч С., Старфильд А. Методы граничных элементов в механике твёрдого тела. – М.: Мир, 1979. – 328 с.

в) методические указания:

1. Тасанг Э.Х. Расчет рам. Программа расчета рам для выполнения контрольной работы. [Электронный ресурс]. : Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2017. - Режим доступа: Rama_Kontr.xmcd.
2. Тасанг Э.Х. Программа расчета рамы козловой крана локомотивного депо. [Электронный ресурс]. : Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2018. - Режим доступа: Козловой_Кран.xmcd

2. Тасанг Э.Х. Программа расчета рычажной системы тормоза теплового 2ТЭ116. [Электронный ресурс]. : Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2019. - Режим доступа: Рычажная система тормоза 2ТЭ116.xmcd.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Строительная механика железнодорожного подвижного состава» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет. На лекционных занятиях используются раздаточный материал, наглядные пособия.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
---------------------------	------------------------------------	--------

Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине
Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Системы автоматизированного проектирования подвижного состава
железных дорог»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в
результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код и формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы до- стижений компе- тенции (по реализу- емой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисци- плины, практики	Этапы форми- рования (семестр изуче- ния)
1.	ОПК-4. Способен выполнять проек- тирование и расчёт транс- портных объектов в соответ- ствии с требованиями норма- тивных документов	ОПК-4.2. применяет системы автоматизированно- го проектирования на базе отечествен- ного и зарубежного программного обес- печения для проек- тирования транс- портных объектов	Тема 1. Введе- ние. Общие поня- тия и классифи- кация задач вы- числительной ме- ханики. Тема 2. Основ- ные определения метода конечных элементов. Тема 3. Понятие о конечных эле- ментах. Матрица жесткости конеч- ного элемента. Тема 4. Преобра- зование матрицы жесткости при переходе от одной системы коорди- нат к другой. Тема 5. Примеры построения мат- рицы жесткости конечного эле- мента. Тема 6. Правила знаков эюр. Тема 7. Метод конденсации при расчете изгибае- мых стержневых конструкций. Тема 8. Поста- новка плоской за- дачи теории упру- гости методом конечных элемен- тов. Тема 9. Совре-	5

			менные про- граммные сред- ства конечно- элементного ана- лиза.	
--	--	--	---	--

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал
оценивания**

№ п/п	Индикаторы достижений компетенции (по реализуе- мой дисци- плине)	Перечень планируемых результа- тов	Контроли- руемые темы учеб- ной дисци- плины	Наиме- нование оценочного средства
1	ОПК-4.2.	Студенты, завершившие изучение дисциплины «Строительная механика железнодорожного подвижного состава», должны: знать: - теоретические основы строительной механики: основные понятия, правила и порядок расчетов конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость, критерии выбора конструкционных материалов и схем конструкций; - пакеты прикладных компьютерных программ по расчетам напряжений и деформаций и расчетам на прочность элементов конструкций подвижного состава железных дорог. уметь: - самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование; использовать пакеты прикладных компьютерных программ по расчетам напряжений и деформаций и расчетам на прочность элементов конструкций подвижного состава железных дорог. ПРИМЕЧАНИЕ: Все расчетные процедуры уметь выполнять с помощью пакетов прикладных программ для ЭВМ. владеть навыками: - культуры изложения материала,	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9.	Доклад, контрольные работы, разноуров- невые зада- чи, тесты.

		умением обобщать и анализировать информацию, ставить цели и задачи для решения конкретных вопросов, иметь представление о критериях обеспечения показателей надежности, долговечности и безопасности при эксплуатации напряженных конструкций и сооружений.		
--	--	---	--	--

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Системы автоматизированного проектирования подвижного состава
железных дорог»**

Вопросы для обсуждения в виде докладов:

1. Общие понятия и классификация задач вычислительной механики.
2. Методы расчета конструкций на жесткость и прочность.
3. Основные задачи строительной механики.
4. Основные определения метода конечных элементов.
5. Матрица жесткости конечного элемента.
6. Матрица жесткости конечного элемента с шарниром.
7. Матрица жесткости конечного элемента с двумя шарнирами.
8. Преобразование межузловых распределенных нагрузок к узловым для жесткого стержня.
9. Преобразование межузловых распределенных нагрузок к узловым для стержня с шарниром.
10. Преобразование матрицы жесткости при переходе от одной системы координат к другой.
11. Примеры построения матрицы жесткости конечного элемента.
12. Правила знаков эпюр продольных усилий.
13. Правила знаков эпюр поперечных усилий.
14. Правила знаков эпюр моментов.
15. Принципы формирования матрицы жесткости системы.
16. Формирование вектора внешних усилий.
17. Различные методы формирования системы уравнений системы.
18. Метод конденсации при расчете изгибаемых стержневых конструкций.
19. Постановка плоской задачи теории упругости методом конечных элементов.
20. Современные программные средства конечно-элементного анализа.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «доклад»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в

	пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Тема контрольных работ (индивидуального задания):

1. Построение матрицы жесткости конечного элемента.
2. Построение матрицы жесткости конечного элемента с шарниром.
3. Построение матрицы жесткости конечного элемента с двумя шарнирами.
4. Преобразование межузловых распределенных нагрузок к узловым для жесткого стержня.
5. Преобразование межузловых распределенных нагрузок к узловым для стержня с шарниром.
6. Преобразование матрицы жесткости при переходе от одной системы координат к другой.
7. Построение матрицы жесткости конечного элемента.
8. Правила знаков эпюр продольных усилий.
9. Правила знаков эпюр поперечных усилий.
10. Правила знаков эпюр моментов.
11. Принципы формирования матрицы жесткости системы.
12. Формирование вектора внешних усилий.
13. Применение различных методов формирования системы уравнений системы.
14. Применение метода конденсации при расчете изгибаемых стержневых конструкций.
15. Постановка плоской задачи теории упругости методом конечных элементов и решений задачи с помощью программы "Расчет плоского тела.html".
16. Знакомство с программой конечно-элементного анализа "Mke_Win2012.exe".
17. Знакомство с программой конечно-элементного анализа "raschet_rami_fermi_balki.html".

Кроме того необходимо построить и рассчитать плоскую раму по заданию преподавателя (MKE_V1.7.html).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа (индивидуального задания)»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Фонд тестовых заданий:

Темы и материалы текущего контроля и практических работ:

№ п/п	Вопрос	От- вет
1	2	3

1.	Какой элемент вектора усилий i-го стержня, получаемого в результате решения плоской стержневой системы методом конечных элементов, представляет собой значение продольной силы в начале стержня	1) – r_1 2) – r_2 3) – r_3 4) – r_4 5) – r_5 6) – r_6	1 2 3 4 5 6
2.	Какой элемент вектора усилий i-го стержня, получаемого в результате решения плоской стержневой системы методом конечных элементов, представляет собой значение продольной силы в конце стержня	1) – r_1 2) – r_2 3) – r_3 4) – r_4 5) – r_5 6) – r_6	1 2 3 4 5 6
3.	Какой элемент вектора усилий i-го стержня, получаемого в результате решения плоской стержневой системы методом конечных элементов, представляет собой значение поперечной силы в начале стержня	1) – r_1 2) – r_2 3) – r_3 4) – r_4 5) – r_5 6) – r_6	1 2 3 4 5 6
4.	Какой элемент вектора усилий i-го стержня, получаемого в результате решения плоской стержневой системы методом конечных элементов, представляет собой значение поперечной силы в конце стержня	1) – r_1 2) – r_2 3) – r_3 4) – r_4 5) – r_5 6) – r_6	1 2 3 4 5 6
5.	Какой элемент вектора усилий i-го стержня, получаемого в результате решения плоской стержневой системы методом конечных элементов, представляет собой значение момента в начале стержня	1) – r_1 2) – r_2 3) – r_3 4) – r_4 5) – r_5 6) – r_6	1 2 3 4 5 6
6.	Какой элемент вектора усилий i-го стержня, получаемого в результате решения плоской стержневой системы методом конечных элементов, представляет собой значение момента в конце стержня	1) – r_1 2) – r_2 3) – r_3 4) – r_4 5) – r_5 6) – r_6	1 2 3 4 5 6
7.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по направлению оси X от единичного перемещения в начале стержня по направлению оси X	$\begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ & 4 & & & & \\ & & 2 & & & \\ & 3 & & & & \\ & & & 5 & & \\ & & & & 6 & \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
8.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по направлению оси X от единичного перемещения в начале стержня по направлению оси Y	$\begin{bmatrix} 4 & & & & & \\ 1 & & & & & \\ & & 2 & & & \\ 3 & & & & & \\ 5 & & & & & \\ & & & & 6 & \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
9.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по направлению оси X от единичного угла поворота в начале стержня	$\begin{bmatrix} & 4 & & & & \\ & 1 & & & & \\ & & 2 & & & \\ 3 & & & & & \\ & & & 5 & & \\ & & & & 6 & \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6

10.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по направлению оси X от единичного перемещения в конце стержня по направлению оси X	$\begin{bmatrix} & & 2 \\ & 1 & & \\ & & 4 \\ & 3 & & \\ 5 & & & \\ & & & 6 \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
11.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по углу поворота от единичного перемещения в конце стержня по направлению оси X	$\begin{bmatrix} & & 2 \\ & 1 & & \\ & & 4 \\ & 3 & & \\ 5 & & & \\ & & & 6 \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
12.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по углу поворота от единичного угла поворота в начале стержня	$\begin{bmatrix} & & 2 \\ & 1 & & \\ & & 4 \\ & 3 & & \\ 5 & & & \\ & & & 6 \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
13.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в конце стержня по углу поворота от единичного угла поворота в начале стержня	$\begin{bmatrix} & & 2 \\ & 1 & & \\ & & 4 & 3 \\ & 5 & & \\ & & 6 & \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
14.	Какой элемент матрицы жесткости является реакцией в начале стержня по направлению оси X от единичного угла поворота в начале стержня	$\begin{bmatrix} & 4 \\ & & 2 \\ 1 & & & \\ 3 & & & 5 \\ & & & 6 \end{bmatrix}$	1 2 3 4 5 6
15.	Какая область матрицы жесткости является реакцией в начале стержня от единичного перемещения в начале	$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$	1 2 3 4
16.	Какая область матрицы жесткости является реакцией в начале стержня от единичного перемещения в конце	$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$	1 2 3 4
17.	Какая область матрицы жесткости является реакцией в конце стержня от единичного перемещения в начале	$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$	1 2 3 4
18.	Какая область матрицы жесткости является реакцией в конце стержня от единичного перемещения в конце	$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$	1 2 3 4
19.	В методе конечных элементов неизвестными величинами являются	1. Усилия в стержнях 2. Напряжения в стержнях 3. Перемещения узлов 4. Значения моментов в узлах	1 2 3 4
20.	Какую размерность имеет матрица жесткости всей конструкции при расчете плоской стержневой системы методом конечных элементов	12 $3 \cdot n_{\text{стержней}} \times 3 \cdot n_{\text{стержней}}$ $3 \cdot n_{\text{узлов}} \times 3 \cdot n_{\text{узлов}}$ $3 \cdot n_{\text{узлов}} \times 3 \cdot n_{\text{стержней}}$	1 2 3 4

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

При проведении экзамена студенту предлагается ответить на тестовые вопросы и рассчитать плоскую раму по заданию преподавателя (MKE_V1.7.html).

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не удовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)