

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «08» мая 2020 г. № 266-1

**Б1.В.08 Прикладное программирование**  
рабочая программа дисциплины

Направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль – Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма и срок обучения – 4 года очная форма

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 3  
Часов по учебному плану (УП) – 108

Формы промежуточной аттестации в семестрах:  
зачет 3

В том числе в форме практической  
подготовки (ПП) – 6

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Число недель в семестре	14	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в форме ПП*</b>	<b>42/6</b>	<b>42/6</b>
– лекции	14	14
– практические (семинарские)	-	-
– лабораторные	28/6	28/6
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
<b>Экзамен</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели преподавания дисциплины</b>	
1	подготовка обучающихся к самостоятельной работе с прикладными программами, реализующими метод конечных элементов для решения инженерных задач
2	анализ трёхмерного напряжённо-деформированного состояния элементов вагонов и анализ их прочностной работоспособности, как на стадии их проектирования, так и в процессе их эксплуатации
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	формирование у студентов умения применять программный комплекс MSC Nastran для анализа напряжённо-деформированного состояния типовых деталей вагонов
2	формирование у студентов умения применять программный комплекс MSC Nastran совместно с программным комплексом Компас 3D для анализа напряжённо-деформированного состояния типовых деталей вагонов сложной формы
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологи профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли.	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
1	Б1.О.08 Информатика
2	Б1.О.44 Вычислительная техника и сети в отрасли
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.20 Эксплуатационные материалы
	Б1.О.36 Производственно-техническая структура предприятий
	Б2.О.03(П) Производственная - эксплуатационная практика
	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
<b>Код и наименование</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Владеет навыками обработки информации в офисных программах, разработкой алгоритмов и критическим анализом полученных результатов при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> – конструкции грузовых и пассажирских вагонов, основы их проектирования и перспективы развития, методики оптимизации проектируемых деталей вагонов в процессе их исследования с помощью компьютерных технологий; – основные проблемы совершенствования конструкций вагонов, их узлов и деталей; внешние силы и факторы, действующие на вагон в процессе эксплуатации, методы их расчета и

		<p>нормирования</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять показатели качества кузовов, ходовых частей и других узлов вагонов при действии основных эксплуатационных нагрузок, учитывать особенности перевозимого груза при проектировании вагонов специального назначения;</li> <li>– осуществлять инженерный анализ и исследование конструкции вагона с целью его оптимизации по критерию безопасности эксплуатации</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами определения эксплуатационных нагрузок, действующих на узлы и детали вагона на основе нормативной документации, методами исследования взаимодействия деталей вагонов в процессе движения состава в различных режимах эксплуатации;</li> <li>– методами экспертизы прочностных и динамических характеристик несущих элементов и узлов вагонов при действии эксплуатационных нагрузок</li> </ul>
ПК-2 Способен разрабатывать меры по повышению эффективности использования транспортно-технологических комплексов	ПК-2.1 Способен выполнять работы в области производственной деятельности по информационному обеспечению, основам организации производства, выбору эксплуатационных материалов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкции грузовых и пассажирских вагонов, основы их проектирования и перспективы развития, методики оптимизации проектируемых деталей вагонов в процессе их исследования с помощью компьютерных технологий;</li> <li>– основные проблемы совершенствования конструкций вагонов, их узлов и деталей;</li> <li>– внешние силы и факторы, действующие на вагон в процессе эксплуатации, методы их расчета и нормирования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять показатели качества кузовов, ходовых частей и других узлов вагонов при действии основных эксплуатационных нагрузок, учитывать особенности перевозимого груза при проектировании вагонов специального назначения;</li> <li>– осуществлять инженерный анализ и исследование конструкции вагона с целью его оптимизации по критерию безопасности эксплуатации</li> </ul> <p><b>Владеть:</b> методами определения эксплуатационных нагрузок, действующих на узлы и детали вагона на основе нормативной документации, методами исследования взаимодействия деталей вагонов в процессе движения состава в различных режимах эксплуатации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами экспертизы прочностных и динамических характеристик несущих элементов и узлов вагонов при действии эксплуатационных нагрузок.</li> </ul>

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы			
			Лек	Пр	Лаб	
1.0	Раздел 1. Программирование объёмных геометрических фигур элементов вагонов	7	8	16/4	35	

1.1	Построение двумерных параметрических моделей в программном комплексе Компас-3D	7	1		2	7	ОПК-4.1
1.2	Программирование базовых геометрических форм в программе Компас-3D выдавливанием.	7	2		4/2	7	ОПК-4.1
1.3	Построение двумерных параметрических моделей в программном комплексе MSC Nastran	7	1		2/2	7	ПК-2.1
1.4	Построение базовых 3D геометрических форм в программе MSC Nastran	7	2		4	7	ПК-2.1
1.5	Программирование объемного элемента конструкции путем сшивки поверхностей в программном комплексе Компас-3D	7	2		4	7	ОПК-4.1
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2 Расчёт напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций вагонов</b>		<b>4</b>		<b>10/2</b>	<b>21</b>	
2.1	Моделирование материала построенных 3D моделей деталей вагонов	7	1		2/2	7	ОПК-4.1
2.2	Создание дискретных 3D моделей деталей вагонов	7	1		4	7	ОПК-4.1
2.3	Задание закреплений и нагрузжений построенных 3D моделей деталей вагонов	7	2		4	7	ПК-2.1
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3 Анализ трёхмерного напряжённо-деформированного состояния элементов вагонов</b>	<b>7</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>6</b>	<b>ОПК-4.1</b>
<b>4</b>	<b>Подготовка к зачету</b>	<b>7</b>				<b>4</b>	<b>ОПК-4.1</b>

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине: оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1 Учебная литература**

**6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.1.1	Павловская Т.А.	Паскаль. Программирование на языке высокого уровня: учебник	М.: Питер, 2010	1
6.1.1.2	Цвик Л.Б.	Вычислительная механика деформирования элементов конструкций и метод конечных элементов: учебное пособие	Иркутск, 2005	186
6.1.1.3	Кудрявцев Е.М.	КОМПАС-3D. Моделирование, проектирование и расчет механических систем	М.: ДМК ПРЕСС, 2008	1

**6.1.2 Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/
--	---------------------	----------	---------------------------	---------------------------

				100% онлайн
6.1.2.1	Вирт Н., Подшивалов Д.Б.	Алгоритмы + структуры данных = программы	М.: Мир, 1985	1
6.1.2.2	Шимкович Д. Г.	Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows: к изучению дисциплины	М.: ДМК Пресс, 2001	48
6.1.2.3	Соколов А.П.	Системы программирования: Теория, методы, алгоритмы: Учеб. пособие	М.: Финансы и статистика, 2004	1
6.1.2.4	Корабель И.В.	Изучение компьютерной графики с "Компас 3D LT": учебное пособие	ИрГУПС, 2015	25
6.1.2.5	Конакова И. П., Пирогова И. И.	Основы проектирования в графическом редакторе КОМПАС-График-3D V14: основная	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014	50
<b>6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
6.1.3.1	Агапов В.П.	Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости конструкций: учеб. пособие	М.: Ассоц. строит. вузов, 2004	1
6.1.3.2	Бутырин О.В.	Функциональное и логическое программирование: учеб. пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2010	99
6.1.3.3	Корабель И.В.	Изучение компьютерной графики с "Компас 3D LT": учеб. пособие	по дисциплине "Инженерная компьютерная графика"/ И. В. Федер. агентство ж.-д. трансп., Иркут. гос. ун-т путей сообщ., 2015.	50
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
6.2.1	Блинков Ю. В Прикладное программирование. Современные технологии. Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2000.- 176с. Федеральный образовательный портал "Единое окно свободного доступа" <a href="http://window.edu.ru/resource/">http://window.edu.ru/resource/</a>			
6.2.2	Бураков П.В., Косовцева Т.Р. Алгоритмы и программирование. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбНИУ ИТМО. – 2013. – 83с. Федеральный образовательный портал "Единое окно свободного доступа" <a href="http://window.edu.ru/resource/">http://window.edu.ru/resource/</a>			
6.2.3	Зольников В. К., Машевич П. Р., Анциферова В. И., Литвинов Н. Н. Программирование и основы алгоритмизации: учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГЛТА. - 2011. - 341 стр. Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> , ассоциированная с ИрГУПС в рамках договора о сотрудничестве			
6.2.4	Учебные материалы фирмы АСКОН. - Образовательный портал свободного доступа <a href="http://edu.ascon.ru/main/library/study_materials/">http://edu.ascon.ru/main/library/study_materials/</a>			
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>				
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, <a href="https://ru.libreoffice.org">https://ru.libreoffice.org</a>			
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>				
6.3.2.1	Лицензионный программный универсальный комплекс Компас-3D фирмы АСКОН, реализующий двумерное и трёхмерное проектирование деталей и конструктивных узлов произвольной формы			
6.3.2.2	Лицензионный программный универсальный комплекс NASTRAN for windows фирмы MSC.SoftwareCorporation, реализующий метод конечных элементов и инженерный анализ			

	напряжённого состояния деталей и узлов произвольной формы и структуры
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>	
6.3.3.1	Федеральный портал "Единое окно свободного доступа к образовательным ресурсам": <a href="http://window.edu.ru/resource">http://window.edu.ru/resource</a> . Примеры обращения от 01.09.2015
6.3.3.2	<a href="http://window.edu.ru/resource/975/79975">http://window.edu.ru/resource/975/79975</a> : Бликов Ю. В Прикладное программирование. Современные технологии. Учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2000.- 176с.
6.3.3.3	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=142309&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=142309&amp;sr=1</a> : Бураков П.В., Косовцева Т.Р. Алгоритмы и программирование. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбНИУ ИТМО. – 2013. – 83с.
6.3.3.4	Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> , ассоциированная с ИрГУПС в рамках договора о сотрудничестве. Примеры обращения от 01.09.2015
6.3.3.5	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=142309&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=142309&amp;sr=1</a> : Зольников В. К., Машевич П. Р., Анциферова В. И., Литвинов Н. Н. Программирование и основы алгоритмизации: учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГЛТА. - 2011. - 341 стр.
6.3.3.6	Образовательный портал свободного доступа "Учебные материалы фирмы АСКОН" <a href="http://edu.ascon.ru">http://edu.ascon.ru</a> - Пример обращения от 01.09.2015: <a href="http://edu.ascon.ru/main/library/study_materials/">http://edu.ascon.ru/main/library/study_materials/</a>
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>	
6.4.1	ГОСТ 33211-2014 ВАГОНЫ ГРУЗОВЫЕ Требования к прочности и динамическим качествам
6.4.2	ГОСТ 33783–2016 Колесные пары железнодорожного подвижного состава. Методы определения показателей прочности.
6.4.3	ГОСТ 33200–2014 Оси колесных пар железнодорожного подвижного состава.
6.4.4	8. ГОСТ 10791–2011 Колеса цельнокатаные. Технические условия.

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521
3	Лаборатории кафедры с комплексами наглядных пособий по изучению транспортной техники и её деталей, компьютерный класс, оборудованный вычислительной техникой с установленными на компьютерах программными комплексами КОМПАС-3D фирмы АСКОН и NASTRAN for windows фирмы MSC.SoftwareCorporation. ауд. Д318
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать</p>

	<p>определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Лабораторное занятие</p>	<p>На лабораторных занятиях важно понимание обучающимися таких фундаментальных понятий как «цель работы», «выводы» из полученных результатов, рекомендации по их использованию.</p> <p>Порядок проведения лабораторного занятия: текущий контроль подготовленности студентов к выполнению конкретной лабораторной работы, выполнения ее задач, подготовка индивидуального отчета о проделанной работе и защита его перед преподавателем. Выполнение лабораторной работы оценивается преподавателем.</p> <p>Практическая подготовка предполагает выполнение обучающимся отдельных элементов работ по анализу трёхмерного напряжённо-деформированного состояния элементов вагонов и анализу их прочностной работоспособности, как на стадии их проектирования, так и в процессе их эксплуатации.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Применение прикладных программ для инженерного анализа состояния деталей подвижного состава» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 66 часов. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а так же указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и расчетно-графических работ (РГР). При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>ИДЗ и РГР должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

# **Приложение № 1 к рабочей программе**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.В.08 Прикладное программирование**



## **1. Общие положения**

Фонд оценочных средств является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонды оценочных средств предназначены для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине, практике. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование – бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины или прохождения практики;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения ОПОП; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## **2 Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.**

### **Программа контрольно-оценочных мероприятий.**

#### **Показатели оценивания компетенций, критерии оценки**

Дисциплина Б1.О.45 «Применение прикладных программ для инженерного анализа состояния деталей подвижного состава» участвует в формировании компетенций:

- ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;
- ПК-2 Способен разрабатывать меры по повышению эффективности использования транспортно-технологических комплексов

### Программа контрольно-оценочных мероприятий

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>3 семестр</b>					
1	1-2	Текущий контроль	Построение двумерных параметрических моделей в программном комплексе Компас-3D	ОПК-4.1	Защита лабораторной работы (устно), проверка ИДЗ
2	3-4	Текущий контроль	Программирование базовых геометрических форм в программе Компас-3D выдавливанием.	ОПК-4.1	Собеседование, (устно) тестирование В рамках ПП*: Защита лабораторной работы (устно),
3	5-6	Текущий контроль	Построение двумерных параметрических моделей в программном комплексе MSC Nastran	ПК-2.1	В рамках ПП*: Защита лабораторной работы (устно), тестирование
4	7-8	Текущий контроль	Построение базовых 3D геометрических форм в программе MSC Nastran	ПК-2.1	Собеседование, (устно)
5	9-10	Текущий контроль	Программирование объемного элемента конструкции путем сшивки поверхностей в программном комплексе Компас-3D	ПК-2.1	Собеседование, проверка ИЗ, тестирование
6	11-12	Текущий контроль	Моделирование материала построенных 3D моделей деталей вагонов	ПК-2.1	В рамках ПП*: Защита лабораторной работы (устно), тестирование
7	13-14	Текущий контроль	Создание дискретных 3D моделей деталей вагонов	ОПК-4.1	Защита лабораторной работы (устно),
8	15-17	Текущий контроль	Задание закреплений и нагружений построенных 3D моделей деталей вагонов	ПКО-4.1	Защита лабораторной работы (устно), проверка ИЗ, тестирование
9	16	Текущий контроль	Разделы 1 – 3	ПК-2.1	Итоговое тестирование (компьютерные технологии)
10	17	Промежуточная аттестация - зачет	Раздел 1. Программирование объёмных геометрических фигур элементов вагонов Раздел 2. Расчёт напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций вагонов Раздел 3. Анализ трёхмерного напряжённо-деформированного состояния элементов вагонов	ОПК-4.1 ПК-2.1	Собеседование, опрос (устно)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

#### Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины/прохождения практики включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления

соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Индивидуальное задание (ИЗ)	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, а также отдельных компетенций (в рамках дисциплины). Задания для выполнения ИЗ.	Варианты для выполнения индивидуальных заданий (не менее двух вариантов)
2	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
3	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
5	Зачёт	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачёту

**Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций**

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все	Высокий

	дополнительные вопросы	
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Индивидуальное задание (ИЗ)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении заданий обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

#### Собеседование

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	В ответе обучающегося отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Обучающимся формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«хорошо»	В ответе обучающегося описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, обучающимся формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«удовлетворительно»	В ответе обучающегося отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится.

	Обучающийся испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У обучающегося отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов
«неудовлетворительно»	<p>Ответ обучающегося не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Обучающийся не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области.</p> <p>Ответ отражает систему «житейских» представлений обучающегося на заявленную проблему, обучающийся не может назвать ни одной научной теории, не дает определения базовым понятиям</p>

### Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	<p>Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний.</p> <p>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме</p>
«хорошо»	<p>Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.</p> <p>Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)</p>
«удовлетворительно»	<p>Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами.</p> <p>Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами</p>
«неудовлетворительно»	<p>Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен.</p> <p>Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.</p> <p>Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки</p>

#### Оценочное средство «Тест»

Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности).

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации в форме зачета.

#### Промежуточная аттестация в форме зачета:

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов	«зачтено»
Обучающийся набрал при тестировании	«не зачтено»

Преподаватель вправе предусмотреть тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформировав их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом.

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

#### **3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования**

по теме «Построение виртуальной модели бруса прямоугольного сечения»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 8 заданий.

1. Механические свойства материала необходимые задавать в качестве исходных данных при решении задачи теории упругости для деталей из однородного изотропного материала?

2. Теоретические значения компонент напряжений и деформаций, возникающих при одноосном растяжении бруса вдоль его продольной оси?

3. Применение метода конечных элементов?

4. Построение поверхностей, ограниченных замкнутым четырёхугольником в используемом программном комплексе?

5. Построение объёма прямоугольного бруса в используемом программном комплексе?

6. Методы выбора размер конечного элемента в используемом программном комплексе?

7. Задание в используемом программном комплексе сил, действующих на растягиваемые детали?

8. Ложная неравномерность напряжённого состояния, полученного с помощью МКЭ, в угловых точках нагружаемой детали?

по теме «Механические свойства упругого материала и особенности деформирования упругих тел. Принцип Сен-Венана»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. Какие характеристики механических свойств материала одноосно растягиваемого бруса необходимы для определения напряжений в его точках? Для определения напряжений и перемещений в этих точках?

2. В каких физических единицах происходит в используемом программном средстве вывод результатов расчёта напряжений, деформаций и перемещений?

3. В каких физических единицах задаётся величина модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона? Чему они равны для большинства конструкционных сталей?

4. Какого типа конечные элементы использовались при построении дискретной модели?

5. Каким образом осуществлялось приложение давления к грани бруса?

6. В чем заключается принцип Сен-Венана?

7. В каком окне задается размер конечного элемента?

8. Какие граничные условия применялись к дискретной модели?

9. Какие расчетные значения выводились в цветовой заливке?

10. Какое влияние оказывают самоуравновешенные нагрузки на напряжённое состояние деформируемых тел?

по теме «Концентрация напряжений вблизи отверстий осесимметричных круглых равномерно растягиваемых пластин»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. Что такое концентрация напряжений?
2. От чего зависит коэффициент концентрации напряжений?
3. Какие конструктивные элементы вызывают концентрацию напряжений?
4. Запишите формулу Ламе?
5. В случае малого диаметра отверстия как запишется приближенная формула Ламе?
6. Для чего в работе используется команда «Slice Match»?
7. Какой последовательностью команд построить окружность?
8. Какие преимущества дает использование симметрии при построении модели?
9. Как осуществлялась задание граничных условий?
10. Какое нагружение применялось в лабораторной работе?

по теме «Краевой эффект в длинных полых цилиндрах, нагруженных по краю перерезывающей нагрузкой»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. В каком случае полый цилиндр называется длинным?
2. Когда полый цилиндр считается тонким?
3. Чем характеризуется толстостенность цилиндрической оболочки?
4. Какой характер носят характеристики НДС цилиндра?
5. По какой формуле рассчитывается прогиб срединной поверхности оболочки?
6. Какой командой осуществляется разбивка кривой на части?
7. Как осуществлялось построение геометрической модели?
8. Какой тип конечных элементов использовался в модели?
9. Какие граничные условия применялись к модели?
10. Какое нагружение использовалось в модели? В какой системе координат?

по теме «Деформирование толстостенной полый сферы и эллиптического цилиндра равномерно распределённым давлением»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. Какой формулой определяется уровень напряжений, возникающих в стенке сферы, нагруженной внутренним давлением?
2. В каком месте сферы наблюдается максимальное значение интенсивности напряжений?
3. Как создается геометрическая модель полый сферы?
4. По каким степеням свободы производилось закрепление созданной модели полового цилиндра?
5. Какие приемы использованы при геометрическом моделировании эллиптического цилиндра?
6. Какие характеристики материала применялись при моделировании эллиптического цилиндра?
7. Какая операция обеспечивает геометрическое вычитание объемов геометрических тел?
8. В каком месте цилиндрического свода возникают наиболее опасные напряжения?
9. Какое нагружение приложено к цилиндрическому своду?

## 10. Каков коэффициент толстостенности у рассматриваемой полой сферы?

по теме «Контактное взаимодействие жёсткого плоского штампа с упругим олупространством»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. По какой формуле производится расчет распределения контактного давления под подошвой штампа?
2. В какой области контакта штампа с полуплоскостью начинается зона сингулярности?
3. К чему может приводить нарушение физической корректности в построении математических моделей на основе метода конечных элементов?
4. Какие геометрические размеры должна иметь вычислительная модель полуплоскости по сравнению со штампом, чтобы считать её такой?
5. Какие контактные задачи называют задачами с подвижными границами?
6. Каким образом реализуется модель жесткого штампа в работе?
7. В чем заключается функция операции «**Size Along Curve**»?
8. Каким образом в данной работе строилась объемная КЭ-сетка?
9. Для чего производилась проверка на совпадающие узлы смежных геометрических структур?
10. Каким образом производится создание промежуточных узлов в конечном элементе?

по теме «Напряжённое состояние вблизи вершины трещины и коэффициент интенсивности напряжений»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. Перечислите основные типы трещин, возникающих в деформируемых телах? Какой тип является наиболее опасным?
2. Какая величина характеризует трещиностойкость материала?
3. Что такое коэффициент интенсивности напряжений?
4. Как моделировалась трещина в дискретной модели?
5. Как задавались граничные условия рассматриваемой пластины для обеспечения её плоского характера деформирования?
6. Какому нагружению подвергалась пластина с трещиной?
7. Каким образом определялся коэффициент интенсивности напряжений при КЭ-расчете?
8. Какой характер носит распределение напряжений по поверхности пластины вблизи трещины?
9. Каковы особенности КЭ-разбивки вблизи вершины трещин?
10. Возможно ли получить точное значение напряжений в вершине трещины реального объекта численными методами теории упругости?

по теме «Прессовое соединение соосных цилиндров»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. Какие цилиндры называются соосными?
2. Какая система координат может быть использована для описания состояния цилиндров?



3. Что такое плоское напряженное состояние?
4. По какой формуле определяются величины контактных напряжений между цилиндрами?
5. Как в работе задается величина натяга между цилиндрами?
6. В каком случае необходимо использовать опцию *Слоу*?
7. Из каких типов двумерных элементов производилось построение объемной дискретной модели? В чем их особенность?
8. Каким образом производилось задание контактного взаимодействия между цилиндрами?
9. Учитывалось ли трение между контактируемыми цилиндрами?
10. Как влияет величина дискретизации модели на точность рассматриваемого КЭ-моделирования?

по теме «Поперечные свободные колебания бруса с различными условиями закрепления»

Предел длительности контроля – 10 минут.

Предлагаемое количество заданий – 10 заданий.

1. Что такое свободные колебания?
2. От чего зависит величина частоты свободных колебаний бруса?
3. Отличие в форме свободных колебаний шарнирно закрепленного бруса и с жестким закреплением?
4. По какой формуле рассчитывается первое собственное значение частоты для бруса с шарнирным закреплением?
5. По какой формуле рассчитывается второе собственное значение частоты для бруса с жестким закреплением?
6. Что такое RIGID-элемент?
7. Какой узел называется «головным»?
8. Последовательностью каких команд вызывается меню настройки RIGID-элемента?
9. Как называется тип анализа для расчета собственных частот и форм колебаний конструкции?
10. В каком окне производится ввод количества рассчитываемых собственных частот и форм колебаний?

### 3.2 Перечень теоретических вопросов к зачету

(для оценки знаний)

Раздел 1 «Программирование объемных геометрических фигур элементов вагонов»

- 1.1. Какие механические свойства материала необходимо задавать в качестве исходных данных при решении задачи теории упругости для бруса, изготовленного из однородного изотропного материала?
- 1.2. Чему равны теоретические значения компонент напряжений и деформаций, возникающих при одноосном растяжении бруса вдоль его продольной оси?
- 1.3. Что такое конечный элемент?
- 1.4. Для чего применяется метод конечных элементов?
- 1.5. Как строится отрезок прямой линии, ограниченный двумя заданными точками в препроцессоре используемого программного комплекса?
- 1.6. Как строится поверхность, ограниченная замкнутым четырехугольником в используемом программном комплексе?
- 1.7. Как строится объем прямоугольного бруса в используемом программном комплексе?
- 1.8. Как задается размер конечного элемента в используемом программном комплексе?
- 1.9. Как задаются в используемом программном комплексе силы, действующие на растягиваемый брус?

- 1.10. Чем объясняется ложная неравномерность напряжённого состояния, полученного с помощью МКЭ, в угловых точках нагружаемого конца бруса?
- 1.11. Какие характеристики механических свойств материала одноосно растягиваемого бруса необходимы для определения напряжений в его точках? Для определения напряжений и перемещений в этих точках?
- 1.12. В каких физических единицах происходит в используемом программном средстве вывод результатов расчёта напряжений, деформаций и перемещений?
- 1.13. В каких физических единицах задаётся величина модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона? Чему они равны для большинства конструкционных сталей?
- 1.14. Какого типа конечные элементы использовались при построении дискретной модели?
- 1.15. Каким образом осуществлялось приложение давления к грани бруса?
- 1.16. В чем заключается принцип Сен-Венана?
- 1.17. В каком окне задается размер конечного элемента?
- 1.18. Какие граничные условия применялись к дискретной модели?
- 1.19. Какие расчетные значения выводились в цветовой заливке?
- 1.20. Какое влияние оказывают самоуравновешенные нагрузки на напряжённое состояние деформируемых тел?
- 1.21. Что такое концентрация напряжений?
- 1.22. От чего зависит коэффициент концентрации напряжений?
- 1.23. Какие конструктивные элементы вызывают концентрацию напряжений?
- 1.24. Запишите формулу Ламе?
- 1.25. В случае малого диаметра отверстия как запишется приближенная формула Ламе?
- 1.26. Для чего в работе используется команда «Slice Match»?
- 1.27. Какой последовательностью команд построить окружность?
- 1.28. Какие преимущества дает использование симметрии при построении модели?
- 1.29. Как осуществлялась задание граничных условий?
- 1.30. Какое нагружение применялось в лабораторной работе?

## Раздел 2 «Расчёт напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций вагонов»

- 2.1. В каком случае полый цилиндр называется длинным?
- 2.2. Когда полый цилиндр считается тонким?
- 2.3. Чем характеризуется толстостенность цилиндрической оболочки?
- 2.4. Какой характер носят характеристики НДС цилиндра?
- 2.5. По какой формуле рассчитывается прогиб срединной поверхности оболочки?
- 2.6. Какой командой осуществляется разбивка кривой на части?
- 2.7. Как осуществлялось построение геометрической модели?
- 2.8. Какой тип конечных элементов использовался в модели?
- 2.9. Какие граничные условия применялись к модели?
- 2.10. Какое нагружение использовалось в модели? В какой системе координат?
- 2.11. Какой формулой определяется уровень напряжений, возникающих в стенке сферы, нагруженной внутренним давлением?
- 2.12. В каком месте сферы наблюдается максимальное значение интенсивности напряжений?
- 2.13. Как создается геометрическая модель поллой сферы?
- 2.14. По каким степеням свободы производилось закрепление созданной модели полого цилиндра?

- 2.15. Какие приемы использованы при геометрическом моделировании эллиптического цилиндра?
- 2.16. Какие характеристики материала применялись при моделировании эллиптического цилиндра?
- 2.17. Какая операция обеспечивает геометрическое вычитание объемов геометрических тел?
- 2.18. В каком месте цилиндрического свода возникают наиболее опасные напряжения?
- 2.19. Какое нагружение приложено к цилиндрическому своду?
- 2.20. Каков коэффициент толстостенности у рассматриваемой поллой сферы?
- 2.21. По какой формуле производится расчет распределения контактного давления под подошвой штампа?
- 2.22. В какой области контакта штампа с полуплоскостью начинается зона сингулярности?
- 2.23. К чему может приводить нарушение физической корректности в построении математических моделей на основе метода конечных элементов?
- 2.24. Какие геометрические размеры должна иметь вычислительная модель полуплоскости по сравнению со штампом, чтобы считать её такой?
- 2.25. Какие контактные задачи называют задачами с подвижными границами?
- 2.26. Каким образом реализуется модель жесткого штампа в работе?
- 2.27. В чем заключается функция операции «**Size Along Curve**»?
- 2.28. Каким образом в данной работе строилась объемная КЭ-сетка?
- 2.29. Для чего производилась проверка на совпадающие узлы смежных геометрических структур?
- 2.30. Каким образом производится создание промежуточных узлов в конечном элементе?

### Раздел 3 «Анализ трёхмерного напряжённо-деформированного состояния элементов вагонов»

- 3.1. Перечислите основные типы трещин, возникающих в деформируемых телах? Какой тип является наиболее опасным?
- 3.2. Какая величина характеризует трещиностойкость материала?
- 3.3. Что такое коэффициент интенсивности напряжений?
- 3.4. Как моделировалась трещина в дискретной модели?
- 3.5. Как задавались граничные условия рассматриваемой пластины для обеспечения её плоского характера деформирования?
- 3.6. Какому нагружению подвергалась пластина с трещиной?
- 3.7. Каким образом определялся коэффициент интенсивности напряжений при КЭ-расчете?
- 3.8. Какой характер носит распределение напряжений по поверхности пластины вблизи трещины?
- 3.9. Каковы особенности КЭ-разбивки вблизи вершины трещин?
- 3.10. Возможно ли получить точное значение напряжений в вершине трещины реального объекта численными методами теории упругости?
- 3.11. Какие цилиндры называются соосными?
- 3.12. Какая система координат может быть использована для описания состояния цилиндров?
- 3.13. Что такое плоское напряженное состояние?
- 3.14. По какой формуле определяются величины контактных напряжений между цилиндрами?
- 3.15. Как в работе задается величина натяга между цилиндрами?
- 3.16. В каком случае необходимо использовать опцию Слои?
- 3.17. Из каких типов двумерных элементов производилось построение объемной дискретной модели? В чем их особенность?
- 3.18. Каким образом производилось задание контактного взаимодействия между цилиндрами?
- 3.19. Учитывалось ли трение между контактируемыми цилиндрами?

- 3.20 Как влияет величина дискретизации модели на точность рассматриваемого КЭ-моделирования?
- 3.21 Что такое свободные колебания?
- 3.22 От чего зависит величина частоты свободных колебаний бруса?
- 3.23 Отличие в форме свободных колебаний шарнирно закрепленного бруса и с жестким закреплением?
- 3.24 По какой формуле рассчитывается первое собственное значение частоты для бруса с шарнирным закреплением?
- 3.25 По какой формуле рассчитывается второе собственное значение частоты для бруса с жестким закреплением?
- 3.26 Что такое RIGID-элемент?
- 3.27 Какой узел называется «головным»?
- 3.28 Последовательностью каких команд вызывается меню настройки RIGID-элемента?
- 3.29 Как называется тип анализа для расчета собственных частот и форм колебаний конструкции?
- 3.30 В каком окне производится ввод количества рассчитываемых собственных частот и форм колебаний?

### **3.3 Перечень типовых практических заданий к зачету**

(для оценки навыков и опыта деятельности)

Раздел 1-3 «Программирование объёмных геометрических фигур элементов вагонов, Расчёт напряжённо-деформированного состояния элементов конструкций вагонов, Анализ трёхмерного напряжённо-деформированного состояния элементов вагонов»

- 1. Понятие алгоритма и его свойства
  - 1.1. Построение параллелепипеда в программе Femap методом выдавливания
- 2. Формы записи алгоритмов
  - 2.1. Построение параллелепипеда в программе Femap методом выбора примитивных геометрических фигур
- 3. Данные алгоритма и их типы
  - 3.1. Закрепление узлов конечных элементов в программе Femap
- 4. Линейные алгоритмы
  - 4.1. Выбор типа конечных элементов программе Femap
- 5. Разветвляющиеся алгоритмы
  - 5.1. Моделирование материала детали в программе Femap
- 6. Циклические алгоритмы
  - 6.1. Как задать размер конечного элемента в программе Femap
- 7. Алгоритмы с подпрограммами
  - 7.1. Виды закрепление узлов конечных элементов
- 8. Логика, понятие. Формы логики
  - 8.1. Нагружение модели растягивающими усилиями в программе Femap
- 9. Логическое высказывание, логическая переменная
  - 9.1. Построение кольцевой пластины в программе Femap
- 10. Логические операции
  - 10.1. Рассечение детали на части в программе Femap
- 11. Логические выражения
  - 11.1. Выбор поверхности для закрепления или нагружения в программе Femap
- 12. Свойства логических операций
  - 12.1. Выполнение эллиптических отверстий в программе Femap
- 13. Поколения языков программирования
  - 13.1. Запуск расчёта напряжённого состояния детали в программе Femap
- 14. Классификация языков программирования

- 14.1. Задание необходимого положения детали в программе Femap
- 15. Элементы языка программирования
- 15.1. Задание создание сосредоточенной силы в программе Femap
- 16. Система программирования
- 16.1. Выделение всех узлов плоскости детали с помощью рамки-паутинки в программе Femap
- 17. Операторы ввода (на примере любого языка программирования)
- 17.1. Просмотр значений узловых характеристик напряжённо-деформированного состояния в программе Femap
- 18. Операторы вывода (на примере любого языка программирования)
- 18.1. Использование принципа симметрии рассматриваемой задачи в программе Femap
- 19. Оператор безусловного перехода
- 19.1. Использовании прикладных программ при прочностных расчётах деталей
- 20. Операторы условного перехода
- 20.1. Составить алгоритм программы вычисления факториала
- 21. Операторы циклов
- 21.1. Составить алгоритм программы вычисления функций с двумя условиями
- 22. Операторы стандартных функций
- 22.1. Анализ результатов расчёта напряжённо-деформированного состояния
- 23. Подпрограммы и подпрограммы функции
- 23.1. Применение баз стандартных подпрограмм

**3.4 Перечень типовых практических заданий реконструктивного уровня**  
выполняемых в рамках практической подготовки,  
(для оценки умений)

1. Расскажите особенности создания распределённой нагрузки на узел в программе MSC Nastran.
2. Последовательность запуска решателя программы MSC Nastran.

Образец типовых практических заданий реконструктивного уровня  
(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

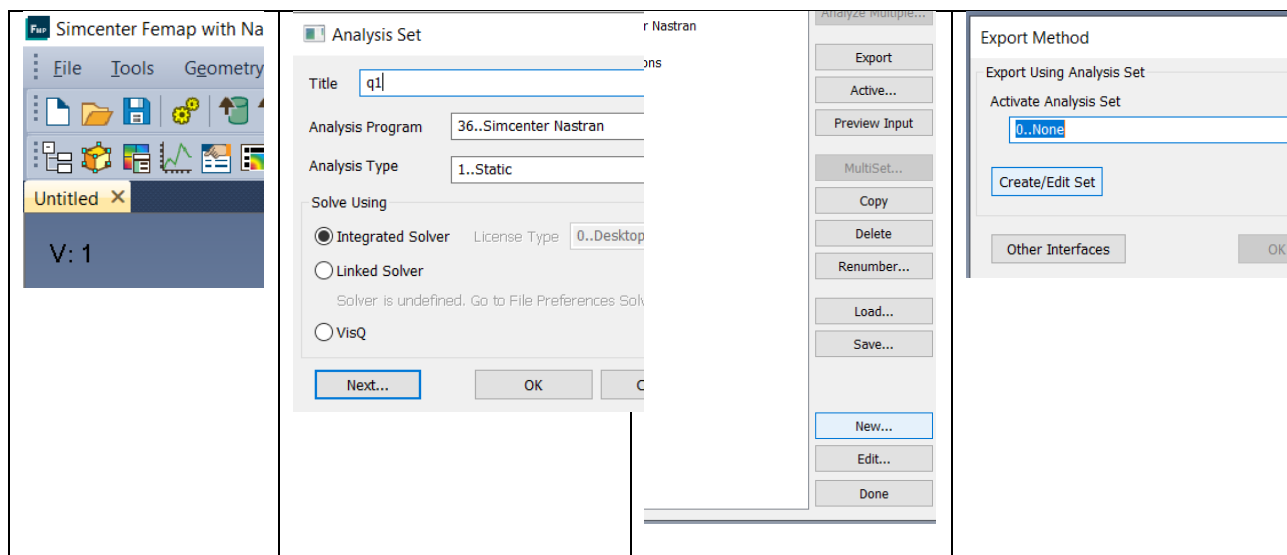
- 3.4.1 Ситуационная задача. Сформируйте необходимость анализа напряжённо-деформированного состояния деталей вагона.
- 3.5.2 Вследствие каких нагрузок может возникнуть разрушение деталей вагонов.

**3.5 Тестирование по дисциплине**

Образец типового итогового теста по дисциплине

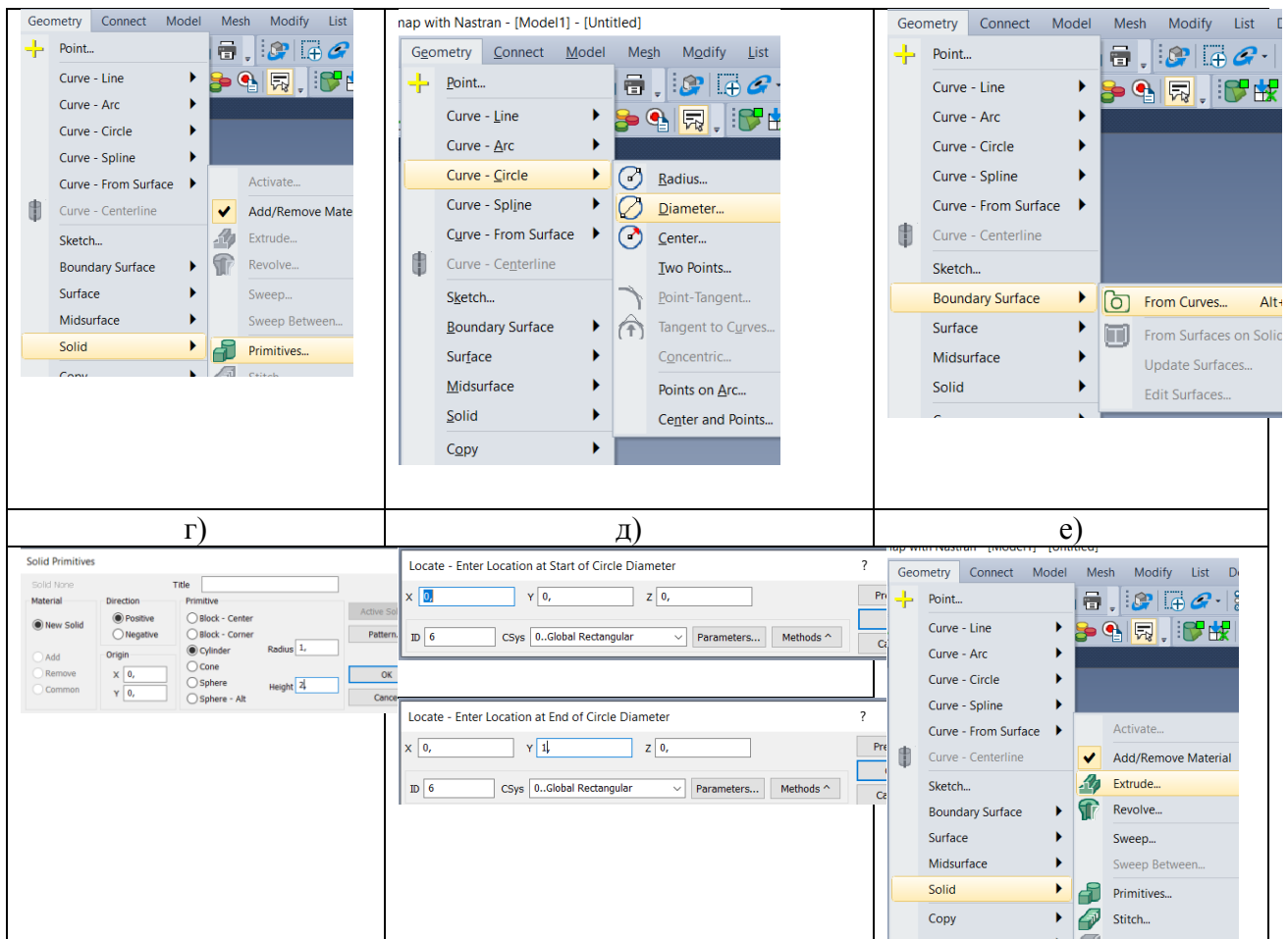
1. Какие механические свойства материала необходимо задавать в качестве исходных данных при решении задачи теории упругости для бруса, изготовленного из однородного изотропного материала?
  - а) химический состав;
  - б) модуль Юнга и коэффициент Пуассона;
  - в) содержание углерода и серы;
  - г) твёрдость и упругость.
2. Составьте правильный порядок действий при запуске решателя:

а)	б)	в)	г)
----	----	----	----



3. Как строится отрезок прямой линии, ограниченный двумя заданными точками в препроцессоре используемого программного комплекса?
  - а) указанием начальной точки и его длины;
  - б) указанием начальной точки и его длины и направления;
  - в) указанием конечной точки и его длины;
  - г) указанием координат начальной и конечной точек;
  
4. В каком случае полый цилиндр называется длинным?
  - а) когда внутренний диаметр равен 1/3 от наружного;
  - б) когда длина цилиндра больше 4-х диаметров внутреннего отверстия;
  - в) когда длина цилиндра больше 4-х диаметров;
  - г) когда длина цилиндра в 4 раза больше толщины стенки.
  
5. В каком месте цилиндрического свода возникают наиболее опасные напряжения?
  - а) у основания;
  - б) на боковых стенках;
  - в) в вершине;
  
6. Принцип СенВенана заключается в том, что ... .
  
7. Составить верную последовательность создания конечно-элементной модели.
  - а) задать размер конечного элемента;
  - б) выбрать тип конечного элемента;
  - в) запустить разбивку 3-D модели;
  - г) указать параметр конечного элемента (Hex, Tet, пр.).
  
8. Какие действия, из приведённых таблице, необходимо выполнить для создания цилиндра в программе Femap методом выдавливания

а)	б)	в)
----	----	----



9. Найти ошибку в приведённой программе на языке VBA

```
Sub вычислениеПи()
  Dim pi As Integer
  pi = 4 * Atn(1)
  Cells(2, 3) = pi
End Sub
```

10. Выделение всех узлов плоскости детали с помощью рамки-паутинки в программе Femap выполняется в следующей последовательности ...

11. Какие из представленных ниже операторов относятся к логическим?

а) If (1 = 1) And (0 = 0) Then

.....  
Else

.....  
End If

б) a = Atn(угол)

в) y = false

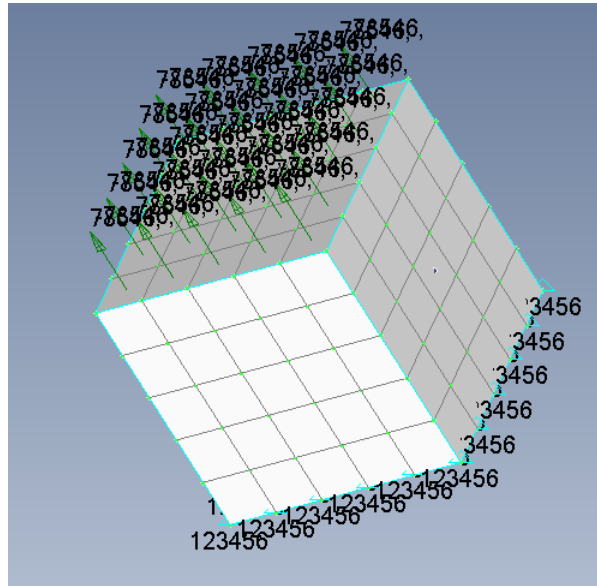
г) If(i <= j) i = j

12. Какой рациональный вариант размера конечного элемента в программе Femap необходимо задать для куба размером 1x1x1 м, нагруженного в соответствии с приведённым рисунком

а) 1 м;

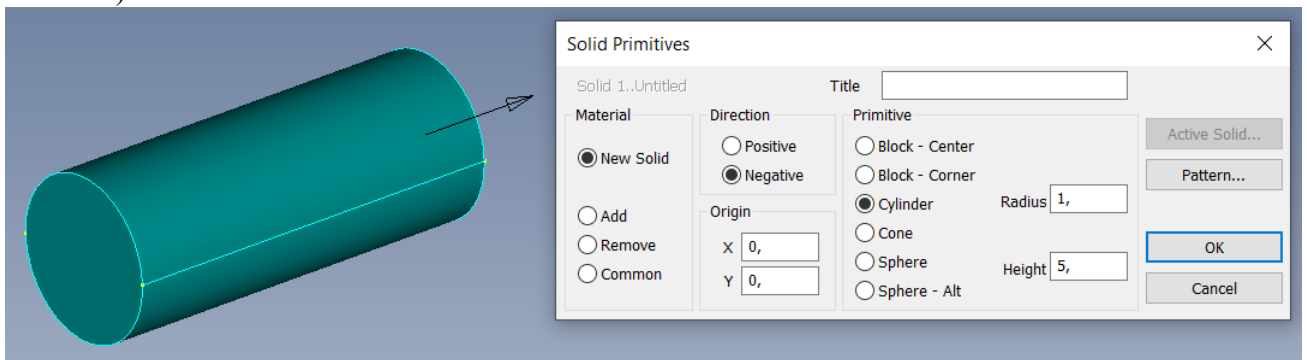
б) 2 м;

- в) 0,1 м;
- г) 0,3 м.

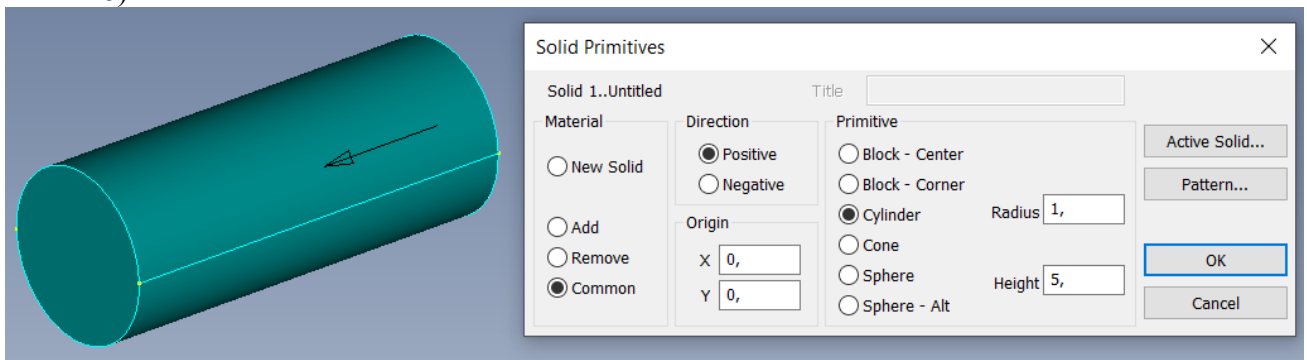


13. Какая операция обеспечивает геометрическое вычитание объемов геометрических тел?

а)

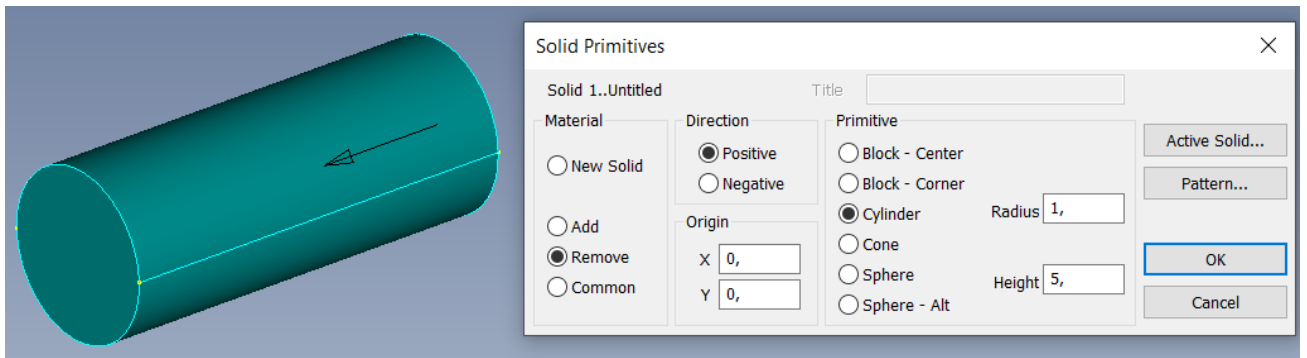


б)

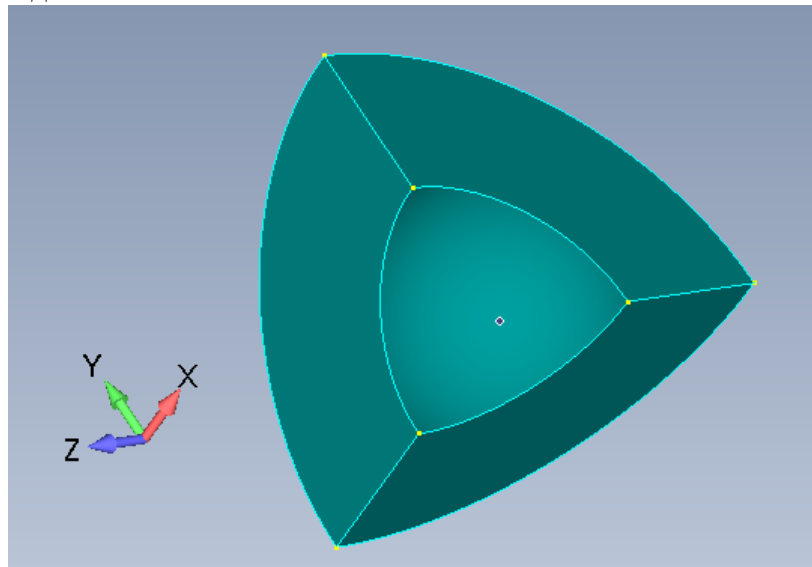


в)





14. Как следует задать граничные условия для сечения полой сферы, растягиваемой внутренним давлением в плоскости XY?



- а) X симметрия;
- б) Y симметрия;
- в) Z симметрия;

15. По какой формуле вычисляются напряжения Мизеса?

а)  $\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$

б)  $\sigma_e = \sqrt{[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$

в)  $\sigma_e = (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)/3$

г)  $\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$

16. Какие типы конечных элементов из приведённого списка не существуют?

- а) прямоугольный;
- б) тетраэдр;
- в) треугольник;
- г) овал;
- д) цилиндр.

17. Для задания действия силы, равномерно распределённой по всей поверхности, её значение необходимо разделить на:

- а) площадь поверхности;
- б) произведение длины поверхности на её ширину;
- в) количество конечных элементов;
- г) Количество узлов конечных элементов, расположенных на поверхности.

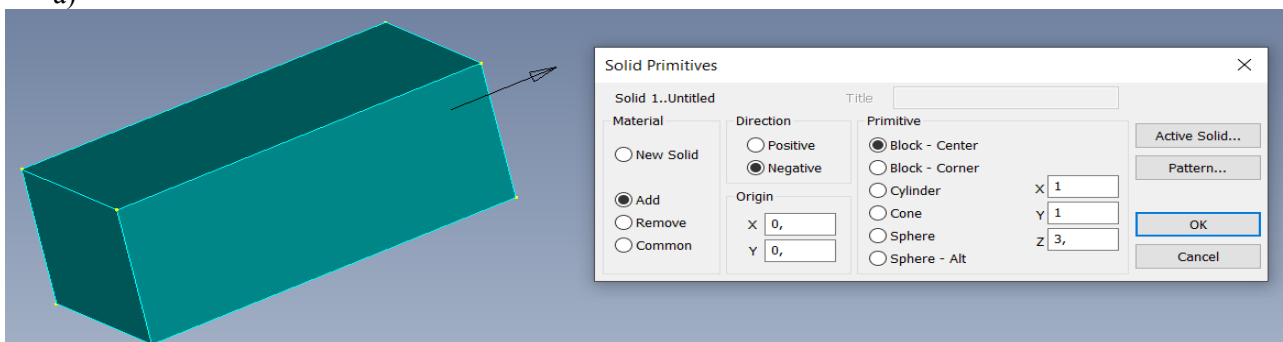
18. На какие конечные элементы удобнее разбивать цилиндрическую поверхность?

- а) прямоугольные;
- б) плоские;
- в) гексаидэры.

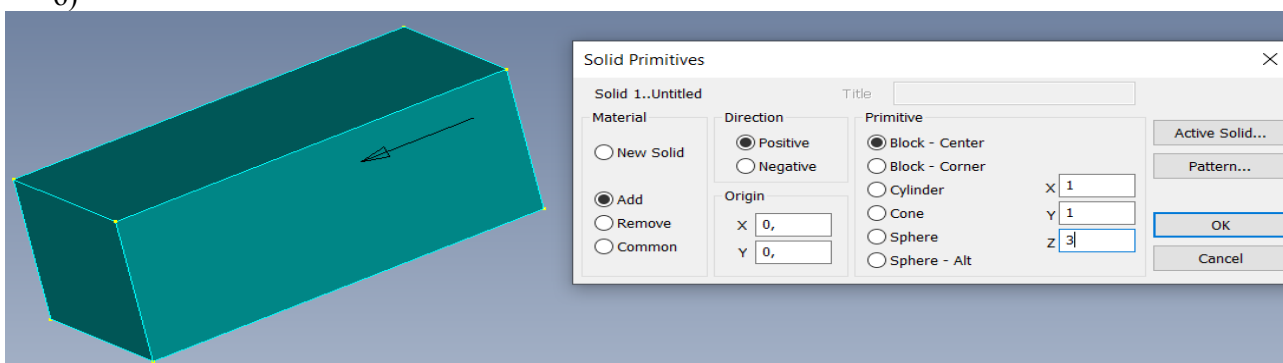
19. Перед выдавливанием геометрической фигуры, её основание, созданное из набора линий необходимо преобразовать в . . . .

20. Какое из приведённых на рисунках действий является верным при слиянии простейших геометрических фигур?

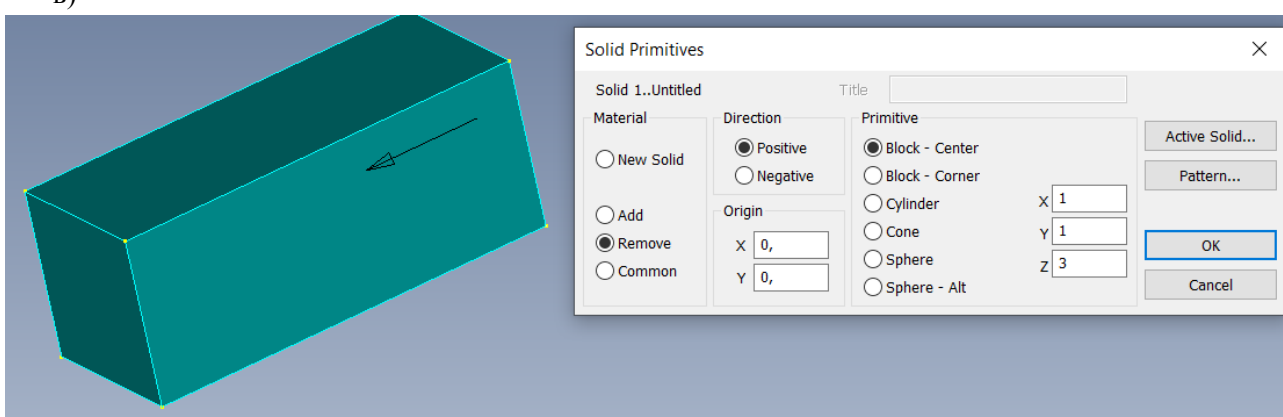
а)



б)



в)



#### 4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины

Наименование оценочного	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

средства	
Собеседование	Собеседование проходит во время практических занятий. Обучающийся отвечает на поставленные преподавателем вопросы. Преподаватель сразу информирует обучающегося о результатах собеседования
Задания реконструктивного уровня	Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадами для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий
Защита лабораторной работы	Лабораторные работы выполняются на ПЭВМ в вычислительном зале. Обучающийся предоставляет отчет о выполненной лабораторной работе, содержащий: - тему работы; - дату проведения работы; - цель работы; - порядок выполнения работы; - выводы по работе.
Тест	Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме зачета, так и в форме экзамена. Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы их из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом

### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачёта и оценивания результатов обучения**

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета) составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

- перечень теоретических вопросов к зачету для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету/экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

### **Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения**

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра и результатами тестирования по материалам, изученным в течении семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, в совокупности с тестированием, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок). Время проведения тестирования объявляется обучающимся заранее.

**Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю и обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю или обучающийся набрал при тестировании менее 69 баллов	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.