

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ИСА

УТВЕРЖДАЮ /А.И. Толстухин/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

01.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.2.8 Автоматизация инженерных расчетов в строительстве

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Квалификация выпускника

Специалист

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Специализация

Строительство высотных и большепролетных зданий и  
сооружений

Курс 3  
Семестр 5

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	36	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	90	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	5	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	СКиВС	СОГЛАСОВАНО	О.А. Актуганов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра строительных конструкций и водоснабжения

30.01.2023	протокол №	8	(наименование кафедры)
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	В.М. Поздеев
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Ю.А. Кузнецова
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Лев Владимирович, начальник Автономного учреждения Республики  
Марий Эл Управления государственной экспертизы проектной документации и результатов  
инженерных изысканий (АУ РМЭ УГЭПД)

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /М.Л. Бойкова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способность применять средства физического и математического (компьютерного) моделирования, в том числе использовать универсальные и специализированные программно-вычислительные комплексы, системы автоматизированных проектирования, в архитектурно-строительном проектировании зданий и сооружений, в том числе высотных и большепролетных	ПК-1.1 Выбор сертифицированных специализированных программных продуктов для выполнения расчётного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений	<p><b>знания:</b> Знать назначение и особенности применения сертифицированных специализированных программных продуктов для выполнения расчетного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений</p> <p><b>умения:</b> Уметь осуществлять выбор сертифицированных специализированных программных продуктов для выполнения расчетного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками выбора сертифицированных специализированных программных продуктов для выполнения расчетного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи, учитывая назначение и особенности применения прикладных программ</p>
	ПК-1.2 Выбор исходной информации и нормативно - технических документов для компьютерного проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений	<p><b>знания:</b> Знать методы подготовки исходной информации с применением нормативно-технических документов для компьютерного проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений</p> <p><b>умения:</b> Уметь осуществлять выбор исходной информации и нормативно-технических документов для компьютерного проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками выбора исходной информации и нормативно-технических документов для компьютерного проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей</p>

	задачи на выбранном программном продукте, учитывая методы подготовки исходной информации с применением нормативно-технических документов
ПК-1.3 Выбор методики и ввод исходной информации для расчётного обоснования проектного решения конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений.	<p><b>знания:</b> Знать методики расчетного обоснования проектного решения конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений и способы ввода исходной информации в специализированных программных продуктах</p> <p><b>умения:</b> Уметь осуществлять выбор методики расчетного обоснования проектного решения конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений, и вводить исходную информацию под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками выбора методики расчетного обоснования проектного решения конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений, и ввода исходной информации под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте, учитывая особенности</p>
ПК-1.4 Выбор в компьютерных программах параметров расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений	<p><b>знания:</b> Знать параметры расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений, назначаемые в компьютерных программах</p> <p><b>умения:</b> Уметь осуществлять выбор параметров расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений, назначаемых в компьютерных программах под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками выбора параметров расчетной схемы здания (сооружения), строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений, назначаемых в компьютерных программах под условия стоящей задачи на выбранном</p>

	программном продукте, учитывая влияние параметров на решение задачи
ПК-1.5 Анализ полученных в результате компьютерного моделирования данных, графическое оформление и конструирование и проектной документации на строительную конструкцию.	<p><b>знания:</b> Знать принципы анализа полученных в результате компьютерного моделирования данных, графического оформления и конструирования, подготовки проектной документации на строительную конструкцию</p> <p><b>умения:</b> Уметь анализировать полученные в результате компьютерного моделирования данных, выполнить графическое оформление и конструирование, подготовить проектную документацию на строительную конструкцию под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками анализа полученных в результате компьютерного моделирования данных, графического оформления и конструирования, подготовки проектной документации на строительную конструкцию под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте, учитывая</p>
ПК-1.6 Проведение численных экспериментов при анализе компьютерных моделей строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений	<p><b>знания:</b> Знать методы проведения численных экспериментов при анализе компьютерных моделей строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений</p> <p><b>умения:</b> Уметь проводить численные эксперименты при анализе компьютерных моделей строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками проведения численных экспериментов при анализе компьютерных моделей строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте, учитывая ограничения применяемых в экспериментах</p>

		методов
	ПК-1.7 Представление и защита результатов компьютерного моделирования по расчетному обоснованию и конструированию строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений	<p><b>знания:</b> Знать способы представления и защиты результатов компьютерного моделирования по расчетному обоснованию и конструированию строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений</p> <p><b>умения:</b> Уметь представлять и защищать результаты компьютерного моделирования по расчетному обоснованию и конструированию строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте</p> <p><b>навыки:</b> Владеть навыками представления и защиты результатов компьютерного моделирования по расчетному обоснованию и конструированию строительной конструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений под условия стоящей задачи на выбранном программном продукте, учитывая наглядность способов представления</p>

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Автоматизация проектирования объектов строительства (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Информационные модели в строительстве (ПК-1), Информационные технологии в проектировании и строительстве (ПК-1); практиках: Производственная практика. Проектная практика (ПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, исследовательские, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, мини-проекты

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы автоматизации инженерных расчетов</b>	<b>26</b>	ПК-1
Лекция. Методики выполнения инженерных расчетов строительных конструкций, зданий и сооружений.	4	
Лабораторная работа. Ознакомление с программным обеспечением учебной аудитории. Инструктаж.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение учебной литературы по теме раздела	20	
<b>Автоматизация методик расчета</b>	<b>30</b>	ПК-1
Лекция. Основы автоматизации инженерных расчетов, выполняемых по строительным нормативным документам.	2	
Лабораторная работа. NormCAD. Основы работы. Решение типовых задач.	4	
Лекция. Обзор российского и зарубежного программного обеспечения для автоматизации инженерных расчетов.	2	
Лабораторная работа. ЭСПРИ / SCAD Office / Металл. Применение вспомогательных программ для расчетов.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение учебной литературы по теме раздела. Выполнение самостоятельных заданий.	20	
<b>Применение МКЭ-анализа</b>	<b>88</b>	ПК-1
Лекция. Основы МКЭ-анализа.	2	
Лабораторная работа. ЛИРА-САПР. Основы работы. Решение проектной задачи.	6	
Лабораторная работа. Построение расчетной модели для ЛИРА-САПР с применением САПФИР-3D.	2	
Лекция. Обзор возможностей программных решений ООО "ЛИРА-САПР"	2	
Лабораторная работа. Мономах-САПР. Основы работы.	2	
Лекция. Обзор возможностей программных решений ООО "ЛИРА софт"	2	
Лабораторная работа. ЛИРА 10. Основы работы. Решение проектной задачи.	6	
Лекция. Обзор возможностей программных решений ООО НПФ "СКАД Софт"	2	
Лабораторная работа. SCAD. Основы работы. Решение проектной задачи.	6	
Лекция. Обзор возможностей программных решений ООО "Еврософт"	2	
Лабораторная работа. STARK ES. Основы работы. Решение проектной задачи.	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР, реферата Изучение учебной литературы по теме раздела. Выполнение самостоятельных заданий. Написание реферата.	50	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК)	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение контрольной работы, подготовку реферата.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является дифференцированный зачет (БРК - балльно-рейтинговый контроль).

Написание реферата, как одна из возможностей самостоятельного погружения в материал по тематике дисциплины, является важным этапом освоения учебной программы. Тема реферата выдается ведущим преподавателем, но возможен и выбор темы студентом с учетом обязательного согласования с преподавателем.

При написании реферата должна быть сформулирована цель, а изложенный материал - продемонстрировать достижение поставленной цели. Структурно реферат может быть разбит на отдельные части, но материал в любой части реферата должен быть согласован с остальными частями и представлять собой единое изложение с рассуждениями автора по рассматриваемой теме.

Оформление реферата возможно в любом текстовом редакторе с выводом на листы формата А4. Реферат должен содержать титульный лист с указанием темы реферата и сведениями об авторе. Образец титульного листа ведущий преподаватель размещает на электронном курсе вместе с заданием на реферат.

Текст реферата размещается на листах книжной ориентации с полями 3-2-1,5-2 см, обязательна нумерация страниц в нижнем колонтитуле страницы и запись ФИО автора в верхнем колонтитуле. Рекомендуются размер шрифта 14 пт, гарнитура Times New Roman, абзацный отступ первой строки 1,2 см, междустрочный интервал 1,25. Заготовки текста должны быть выделены и отмечены соответствующим уровнем текста, чтобы сформировать автооглавление к реферату.

В реферате не следует оставлять неиспользуемые пространства на листах, заполнение текстом происходит последовательно без разрывов. Таблицы допускается оформлять уменьшенным шрифтом 12 пт, применение заголовков таблиц и нумерация таблиц остается на усмотрение автора. Рисунки в реферате подписываются с центрированием текста на листе, нумерация рисунков не обязательна.



Реферат объемом не менее 15 страниц сдается в электронном виде (прикрепляется к заданию на выполнение реферата на электронном курсе). Допускаются форматы документа PDF, DOCX, ODT, WPD.

На усмотрение автора, реферат может сопровождаться презентацией. По лучшим рефератам с презентациями организуются открытые выступления перед группой.

По итогам выполнения реферата ведущий преподаватель выставляет дополнительные баллы в рейтинговой системе оценивания. Презентация и доклад повышают рейтинговую оценку.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Очков, В. Ф. Информационные технологии в инженерных расчетах: SMath и Python [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Очков В. Ф., Орлов К. А., Чудова Ю. В., Ивашов А. П., Тихонов А. И.; Орлов К. А., Чудова Ю. В., Ивашов А. П., Тихонов А. И. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 212 с. ISBN 978-5-507-45821-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/319406">https://e.lanbook.com/book/319406</a>
2.	Семенов, Александр Александрович. Металлические конструкции (спецкурс). Расчет усиления элементов и соединений с использованием BK SCAD Office [Текст] : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе бакалавриата 08.03.01 по направлению "Строительство", профиль "Промышленное и гражданское строительство", специалитета 08.05.01 по профилю "Строительство уникальных зданий и сооружений" по программам магистратуры 08.04.01 "Теория и проектирование зданий и сооружений", "Автоматизированное проектирование зданий и сооружений"] / А. А. Семенов, А. А. Маляренко. Москва: СКАД СОФТАСВ, 2018. - 218 с. ISBN 978-5-903683-26-0 978-5-4323-0013-3. Экземпляры: всего	5
3.	Васильев, А. Н. Числовые расчеты в Excel [Электронный ресурс] / Васильев А. Н. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 608 с. ISBN 978-5-8114-1580-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212198">https://e.lanbook.com/book/212198</a>
4.	Иванов, Владимир Викторович. Математическое моделирование [Текст] : учебное пособие / В. В. Иванов, О. В. Кузьмина; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволжский государственный технологический университет". 2-е изд., испр. и доп. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. - 114 с. ISBN 978-5-8158-2246-7. Экземпляры: всего 15.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_Matematicheskoye_modelirovaniye_2021.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Ivanov_Matematicheskoye_modelirovaniye_2021.pdf</a>
5.	Молотников, В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / Молотников В. Я. Санкт-	<a href="https://e.lanbook.com/book/211064">https://e.lanbook.com/book/211064</a>

	- 608 с. ISBN 978-5-8114-1327-0.	
6.	Васильков, Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] / Васильков Г. В., Буйко З. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 256 с. ISBN 978-5-8114-1334-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211133">https://e.lanbook.com/book/211133</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Журнал CADmaster : интернет-версия издания	<a href="https://www.cadmaster.ru/">https://www.cadmaster.ru/</a>
2.	Журнал "САПР и Графика" : периодическое научное издание	<a href="https://sapr.ru/">https://sapr.ru/</a>
3.	Журнал "САПР-журнал"	<a href="https://sapr-journal.ru/">https://sapr-journal.ru/</a>
4.	Журнал "Автоматизация в промышленности"	<a href="http://avtprom.ru/">http://avtprom.ru/</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	212 (III)	Персональный компьютер 3 Safe RAY S333 (12), ПК ICL RAY S902.1, клавиат.,мышь,патч корд 3м,монитор ViewSonic 21,5" VA2248-LED (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, ЛИРА-САПР 2018 PRO, STARK ES 2019, SCAD Office s64, NormCAD, Программный комплекс ЛИРА 10, Платформа nanoCAD

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно

Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### **Контрольное задание**

На хранении находятся цилиндрические стальные ёмкости с керосином диаметром 0,8 м, высота ёмкостей 1,0 м. Ёмкость опирается на пол по контуру стенки.

Толщина стенок стальных ёмкостей 1,0 мм, плотность стали  $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ , модуль упругости  $E = 206000 \text{ МПа}$ , коэффициент Пуассона  $\nu = 0,2$ .

Плотность керосина  $820 \text{ кг/м}^3$ . Следовательно, давление на стенки и дно сосуда  $8044,2 \text{ Н/м}^2$ .

Выполнить расчет. Определить максимальные деформации стенок и дна ёмкости с керосином. Определить максимальные напряжения в элементах стенок и дна ёмкости и сделать предложение по марке стали для ёмкостей (по расчетному сопротивлению стали).

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

#### **Тестовые вопросы**

Вопрос 1.

Известные алгоритмы решения общей системы уравнений равновесия МКЭ можно разделить на две группы: прямые методы и ...

- 1) векторные методы
- 2) матричные методы
- 3) итерационные методы
- 4) типовые методы

Вопрос 2.

В алгоритме МКЭ используется система координат, привязанная ко всей конечно-элементной модели, называемая ...

- 1) полярная
- 2) структурная
- 3) объектная
- 4) общая

Вопрос 3.

Обязательным этапом конечно-элементного моделирования в программе ЛИРА-САПР является ...

- 1) указание групп унификации для элементов
- 2) указание нагружений на узлы и элементы
- 3) указание типа связи для каждого узла схемы
- 4) указание типа шарнира для каждого узла стержня

Вопрос 4.

Максимальное количество степеней свободы при конечно-элементном моделировании составляет ...

- 1) 2 (1 перемещение и 1 поворот)
- 2) 4 (2 перемещения и 2 поворота)
- 3) 6 (3 перемещения и 3 поворота)
- 4) 8 (4 перемещения и 4 поворота)

Вопрос 5.

Количество узлов элемента «пластина» при конечно-элементном моделировании в программе ЛИРА-САПР равно ...

- 1) 3 или 4
- 2) 2 или 4
- 3) 3 или 5
- 4) 2 или 3

Вопрос 6.

Количество узлов объемного элемента при конечно-элементном моделировании в программе ЛИРА-САПР равно ...

- 1) 2 или 4
- 2) 6 или 8
- 3) 4 или 6
- 4) 4 или 8

Вопрос 7.

Диалоговое окно «Показать» с атрибутами представления расчетной схемы на экране при конечно-элементном моделировании в программе ЛИРА-САПР вызывается командой...

- 1) атрибуты
- 2) упаковка
- 3) модель
- 4) флаги рисования

Вопрос 8.

Конструирование стержневых элементов в результате конечно-элементного анализа расчетной схемы в программе ЛИРА-САПР возможно только для стержней с назначенными параметрами...

- 1) материалов
- 2) шарниров
- 3) нагрузок

4) жесткостей