

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«15» декабря 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерные модели прикладной механики»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности/ специализации	Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Е.Э. Аман

(инициалы, фамилия)

«08» декабря 2025 г, протокол № 05

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.

08.12.25

А.О. Смирнов

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

08.12.25

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Компьютерные модели прикладной механики» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» направленности/специализации «Математическое и компьютерное моделирование». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ОПК-4 «Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности»

ПК-2 «Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, позволяющие исследовать свойства и прогнозировать состояние объектов профессиональной деятельности»

ПК-5 «Способен разрабатывать и применять компьютерное программное обеспечение для решения задач моделирования в профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, направленных на формирование и изучение теоретической базы в области компьютерного моделирования механических систем, развитие практических навыков создания и адаптации имитационных моделей, подготовку к разработке и применению программного обеспечения для задач моделирования, выработку умений решать нетривиальные задачи механики деформируемого твёрдого тела с учётом численных методов, а также на формирование способности критически анализировать и адаптировать существующие модели для конкретных инженерных приложений в наукоёмком производстве.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (3 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины «Компьютерные модели прикладной механики» заключаются в получении обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области формирования и изучения теоретической базы компьютерного моделирования механических систем, развитии практических навыков создания и адаптации имитационных моделей, а также в подготовке к разработке и применению программного обеспечения для решения задач моделирования. Дисциплина направлена на создание поддерживающей образовательной среды, позволяющей магистрантам выработать умения решать нетривиальные задачи механики деформируемого твёрдого тела с использованием современных численных методов. Кроме того, она предоставляет возможность развить и продемонстрировать способность критически анализировать и адаптировать существующие модели для конкретных инженерных приложений в наукоёмком производстве, что в полной мере соответствует полидисциплинарному характеру образовательной программы магистратуры по направлению «Прикладная математика и информатика».

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.В.1 владеть навыками адаптации и разработки прикладных программных средств в решении профессиональных задач
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, позволяющие исследовать свойства и прогнозировать состояние объектов профессиональной	ПК-2.В.1 владеть приемами постановки и решения задач моделирования объектов и процессов, навыками анализа и интерпретации результатов моделирования

	деятель-ности	
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать и применять компьютерное программное обеспечение для решения задач моделирования в профессиональной деятельности	ПК-5.3.1 знать инструментальные средства и методологии разработки программного обеспечения для моделирования объектов и процессов

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Механика»,
- «Цифровое проектирование и моделирование в прикладной механике»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «научно-исследовательская практика»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	11	11
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет,	Зачет,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Нелинейные процессы в компьютерном моделировании	8	8			18
Тема 1. Основы нелинейного моделирования	2	2			4,5
Тема 2. Геометрическая нелинейность	2	2			4,5
Тема 3. Физическая нелинейность	2	2			4,5
Тема 4. Контактные задачи	2	2			4,5
Раздел 2. Динамический расчет в компьютерном моделировании	9	9			20
Тема 5. Основы динамического анализа	2	2			5
Тема 6. Линейная динамика	2	2			5
Тема 7. Нелинейная динамика	2	2			5
Тема 8. Специальные динамические задачи	3	3			5
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Нелинейные процессы в компьютерном моделировании</p> <p>Тема 1. Основы нелинейного моделирования</p> <p>Классификация нелинейных задач. Математические модели нелинейных процессов.</p> <p>Тема 2. Геометрическая нелинейность</p> <p>Большие деформации и перемещения. Уравнения геометрически нелинейной теории. Алгоритмы решения геометрически нелинейных задач. Практические примеры моделирования</p> <p>Тема 3. Физическая нелинейность</p> <p>Модели упругопластических материалов. Критерии пластичности. Алгоритмы решения физически нелинейных задач. Численные методы реализации</p> <p>Тема 4. Контактные задачи</p> <p>Моделирование контактных взаимодействий. Методы решения контактных задач. Особенности численной реализации. Практические примеры</p>

2	<p>Раздел 2. Динамический расчет в компьютерном моделировании</p> <p>Тема 5. Основы динамического анализа</p> <p>Уравнения движения. Методы решения динамических задач</p> <p>Классификация динамических нагрузок. Временные и частотные методы анализа</p> <p>Тема 6. Линейная динамика</p> <p>Собственные колебания. Вынужденные колебания. Ударные нагрузки. Методы модального анализа</p> <p>Тема 7. Нелинейная динамика</p> <p>Геометрически нелинейные динамические задачи. Физически нелинейные динамические задачи. Контактные динамические задачи. Методы решения нелинейных динамических задач</p> <p>Тема 8. Специальные динамические задачи</p> <p>Устойчивость движения. Колебания с трением. Динамическая устойчивость. Практические аспекты решения сложных динамических задач</p>
----------	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3					
1	Настройка параметров нелинейного анализа	Разбор теоретического материала у доски, совместное решение примера (под руководством преподавателя)	2		1
2	Расчет тонкостенных конструкций	Решение ситуационной задачи (кейс) – выбор параметров сетки и шага нагружения для модели оболочки	2		1
3	Анализ ползучести материала	Компьютерное моделирование в – задание модели ползучести Нортонa, анализ результатов	2		1
4	Моделирование контактного взаимодействия	Групповая работа – настройка контакта «поверхность-	2		1

		поверхность», оценка влияния коэффициента трения			
5	Подготовка модели для динамического анализа	Самостоятельное выполнение задания – создание конечно-элементной модели	2		2
6	Модальный анализ	Лабораторная работа в цифровой форме – расчёт собственных частот с помощью имитационного моделирования, сравнение с аналитическим расчетом	2		2
7	Моделирование динамического контакта	Имитационное занятие – варьирование временного шага, оценка устойчивости решения	2		2
8	Анализ устойчивости	Кейс-метод – расчёт критической нагрузки для стержня с учётом геометрической нелинейности, оформление отчёта	3		2
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Библиотека ГУАП	Цифровое проектирование и моделирование в прикладной механике : учебно-методическое пособие / Е. Э. Аман, Е. А. Фролов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2023. - 132 с. : рис. - Библиогр.: с. 131 (3 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	5

https://e.lanbook.com/book/157092 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Буткарева, Н. Г. Компьютерное моделирование в прикладной механике : учебное пособие / Н. Г. Буткарева, А. З. Красильников. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 52 с. — ISBN 978-5-907054-52-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	
https://e.lanbook.com/book/118188 Режим доступа: для авториз. пользователей	Банщикова, И. А. Комплекс ANSYS: нелинейный прочностной анализ конструкций : учебное пособие / И. А. Банщикова, Г. И. Расторгуев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — ISBN 978-5-7782-2816-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	
https://e.lanbook.com/book/370028 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Введение в технологии компьютерного моделирования. ANSYS MECHANICAL APDL: практическое руководство : учебное пособие / Ю. В. Никитюк, А. А. Серeda, Д. Л. Коваленко, А. С. Руденков. — Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2023. — ISBN 978-985-577-949-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	
https://e.lanbook.com/book/160466 Режим доступа: для авториз. пользователей.	Котов, А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие / А. Г. Котов. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — ISBN 978-5-398-00118-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная	

	система	
--	---------	--

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»
https://lms.guap.ru	Онлайн-курс по дисциплине размещен системе дистанционного обучения ГУАП

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po
4	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)
5	MozillaFirefox(лицензии GPL/LGPL/MPL)
6	Платформа nanoCAD, договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
5	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа - оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi); переносным набором демонстрационного оборудования	Фонд лекционных аудиторий ГУАП
2	Помещение для самостоятельной работы - оснащено специализированной (учебной) мебелью; компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ - 14 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет)	24-12 (ул. Гастелло, д.15)
3	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (в том числе практических занятий), для текущего контроля и промежуточной аттестации, для проведения групповых индивидуальных консультаций, помещение для воспитательной работы – оснащена специализированной (учебной) мебелью; техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (в том числе, возможность доступа в ЭИОС ГУАП через точку доступа WiFi или по локальной вычислительной сети). Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ - 14 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет)	24-12 (ул. Гастелло 15)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Как влияет выбор типа конечных элементов на точность решения нелинейных задач при больших деформациях? Приведите примеры из практики.	ОПК-4.В.1
2	Какие численные методы наиболее эффективны для решения физически нелинейных задач с учетом пластических деформаций и почему?	
3	Опишите алгоритм решения контактных задач с учетом трения и износа. Какие сложности возникают при реализации такого алгоритма?	
4	Как влияет выбор временного шага на точность решения нелинейных динамических задач? Приведите методику определения оптимального временного шага.	
5	Какие методы используются для решения задач динамического контакта и в чем их преимущества и недостатки?	
6	Опишите алгоритм решения задач нелинейной динамики с учетом геометрической и физической нелинейности. Какие особенности необходимо учитывать при реализации такого алгоритма?	ПК-2.В.1
7	Как влияет выбор типа граничных условий на результаты модального анализа? Приведите примеры из практики.	
8	Опишите методику определения критических нагрузок для конструкций с учетом геометрической и физической нелинейности.	
9	Какие методы используются для решения задач динамической устойчивости и в чем их особенности?	
10	Как влияет выбор параметров численной схемы на точность решения задач нелинейной динамики?	
11	Опишите алгоритм решения задач с учетом ползучести материалов при динамическом нагружении.	ПК-5.3.1
12	Какие методы используются для решения задач нелинейной динамики с учетом больших перемещений и деформаций?	
13	Опишите методику определения собственных частот и форм колебаний для конструкций с учетом физической нелинейности.	
14	Какие методы используются для решения задач нелинейной динамики с учетом температурного воздействия?	
15	Как влияет выбор параметров численной схемы на сходимость решения нелинейных динамических задач?	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	При каком условии необходимо учитывать геометрическую нелинейность в моделировании? а) При малых деформациях б) При значительных перемещениях и поворотах элементов конструкции в) При линейном нагружении г) При постоянной геометрии Правильный ответ: б) При значительных перемещениях и поворотах элементов конструкции	ОПК-4.В.1
2	Какие типы динамического анализа используются при исследовании поведения конструкций? а) Модальный анализ б) Статический анализ в) Гармонический анализ г) Анализ устойчивости Правильные ответы: а, в, г	
3	Установите соответствие между типом нелинейности и её характеристикой: Левый столбец (тип нелинейности): А) Геометрическая нелинейность Б) Физическая нелинейность В) Контактная нелинейность Правый столбец (характеристика): Зависимость механических свойств от деформации Учет больших перемещений и поворотов Взаимодействие тел с переменными границами контакта Линейная зависимость напряжений от деформаций Правильный ответ: А-2, Б-1, В-3	
4	Установите последовательность этапов динамического анализа конструкции: А) Проведение модального анализа Б) Задание динамических нагрузок В) Определение частот собственных колебаний Г) Расчет динамического отклика Д) Установка параметров времени	

	Правильный порядок: АБВДГ	
5	<p>Какие основные факторы необходимо учитывать при выборе типа конечных элементов для моделирования нелинейных динамических процессов? Приведите примеры типичных ошибок при выборе элементов и их последствия для точности моделирования.</p> <p>ответ: При выборе конечных элементов необходимо учитывать: тип нелинейности (геометрическая – элементы с функцией больших перемещений, например, SOLID185; физическая – элементы с поддержкой пластичности, например, SOLID185 с моделью Бишопа); возможность моделирования контакта (элементы нижнего порядка – CONTA174/TARGE170); вычислительную стоимость (линейные элементы быстрее, но могут быть избыточно жёсткими). Ошибки: использование квадратичных элементов для контакта без промежуточных узлов – приводит к осцилляциям; применение элементов сплошной среды для тонкостенных конструкций – shear locking.</p>	
6	<p>Какой метод используется для решения контактных задач в компьютерном моделировании?</p> <p>а) Метод конечных элементов б) Метод конечных разностей в) Метод конечных объемов г) Метод молекулярной динамики</p> <p>Правильный ответ: а) Метод конечных элементов</p>	ПК-2.В.1
7	<p>Какие характеристики описывают физическую нелинейность материала?</p> <p>а) Постоянство модуля упругости б) Зависимость напряжений от деформаций нелинейным образом в) Наличие пластических деформаций г) Линейная зависимость между напряжениями и деформациями</p> <p>Правильные ответы: б, в</p>	
8	<p>Соотнесите тип анализа с его назначением:</p> <p>Левый столбец (тип анализа): А) Модальный анализ Б) Гармонический анализ В) Анализ устойчивости</p> <p>Правый столбец (назначение):</p> <p>Определение собственных частот и форм колебаний Исследование поведения при гармоническом нагружении Оценка устойчивости конструкции Расчет статических деформаций</p> <p>Правильный ответ: А-1, Б-2, В-3</p>	
9	<p>Установите правильную последовательность этапов создания конечно-элементной модели:</p> <p>А) Генерация сетки Б) Задание граничных условий В) Создание геометрической модели Г) Выбор типа элементов Д) Назначение материалов</p> <p>Правильный порядок: ВГДБА</p>	

10	<p>Опишите последовательность действий при проведении модального анализа конструкции. Какие параметры необходимо учитывать при интерпретации результатов? Как эти результаты могут быть использованы в дальнейшем анализе?</p> <p>ответ: 1) Создание геометрии; 2) Выбор типа элементов (например, SHELL181); 3) Назначение материала (сталь); 4) Построение сетки; 5) Задание граничных условий (заделка); 6) Расчёт собственных частот и форм; 7) Интерпретация: убедиться, что формы физичны (нет нулевых частот для несвязанных движений). Параметры: эффективная масса, участие в колебаниях. Использование: для проверки резонанса, как вход для гармонического анализа, для метода модальной суперпозиции.</p>	
11	<p>Что характеризует физическую нелинейность материала?</p> <p>а) Постоянство модуля упругости б) Зависимость напряжений от деформаций нелинейным образом в) Линейная зависимость между напряжениями и деформациями г) Отсутствие пластических деформаций</p> <p>Правильный ответ: б) Зависимость напряжений от деформаций нелинейным образом</p>	ПК-5.3.1
12	<p>Какие факторы требуют учета геометрической нелинейности при моделировании?</p> <p>а) Малые деформации б) Значительные перемещения конструкции в) Постоянные геометрические размеры г) Существенные повороты элементов</p> <p>Правильные ответы: б, г</p>	
13	<p>Соотнесите тип динамики с его особенностями:</p> <p>Левый столбец (тип динамики): А) Линейная динамика Б) Нелинейная динамика В) Специальные динамические задачи</p> <p>Правый столбец (особенность):</p> <p>Учет нелинейных эффектов и бифуркаций Использование линейных уравнений движения Учет особых случаев нагружения Постоянство характеристик материала</p> <p>Правильный ответ: А-2, Б-1, В-3</p>	
14	<p>Определите последовательность действий при проведении нелинейного анализа:</p> <p>А) Проверка сходимости решения Б) Задание начальных условий В) Выбор метода решения Г) Проведение расчета Д) Определение типа нелинейности</p> <p>Правильный порядок: Д В Б Г А</p>	
15	<p>Какие основные критерии определяют необходимость использования нелинейного анализа вместо линейного при моделировании динамического поведения конструкций? Обоснуйте свой ответ.</p>	

	ответ: Критерии: наличие больших перемещений ($U > 0,1$ от характерного размера), пластические деформации (экв. деформация $> 0,005$), изменение жёсткости из-за нагрузки (эффект «обмятия»), многократное изменение границы контакта. Нелинейный анализ обязателен, если линейный расчёт даёт напряжений больше предела текучести или ошибка геометрической линейности превышает 10%	
--	---	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, даёт цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- соответствует темам лекций п. 4.2.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине «Компьютерное моделирование в прикладной механике» проводятся в аудитории общего назначения.

Цель практических занятий – обобщение и систематизация знаний, полученных обучающимися в ходе изучения дисциплины «Компьютерное моделирование в прикладной механике».

Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных методов: разбор задач под руководством преподавателя, решение ситуационных кейсов, компьютерное моделирование, групповая работа, имитационные занятия.

Практические занятия включают в себя

- изучение общих законов механического движения и равновесия материальных тел;
- решение обучающимися типовых задач по кинематике, статике и динамике материальных точек и систем;
- ответы преподавателем на вопросы обучающихся (с возможным дальнейшим обсуждением), возникающие при выполнении ими практических заданий, а также самостоятельного изучения теоретического материала.

На практических занятиях осуществляется текущий контроль результатов изучения дисциплины «Компьютерное моделирование в прикладной механике».

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методические материалы по дисциплине:

- учебные пособия;
- методические указания.

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся изучает теоретический материал дисциплины, решает типовые задачи, выполняет домашние задания, размещенные в ИСО ГУАП: <http://pro.guap.ru/> , <https://lms.guap.ru/>

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости обучающихся проводится в соответствии с СТО ГУАП СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов ГУАП, обучающихся по образовательным программам высшего образования».

По дисциплине «Компьютерное моделирование в прикладной механике» предусматриваются следующие возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- устный опрос на занятиях;
- проверка практических задач и домашних заданий;
- тестирование.

В течение семестра обучающиеся загружают в ИСО ГУАП отчетные материалы, а преподаватели оценивают загруженные материалы в соответствии с установленными СТО ГУАП СМК 3.76 требованиями к прохождению текущего контроля успеваемости. В ИСО ГУАП фиксируется общее количество баллов, полученных обучающимися к моменту проведения промежуточной аттестации: <http://pro.guap.ru/> , <https://lms.guap.ru/>

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Вариантом промежуточной аттестации наряду с устным экзаменом по компьютерному моделированию в прикладной механике может быть письменное тестирование.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой