Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 01.11.2023 18:21:31
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
/П. Итурралде/
«28» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные методы вычислительной механики»

Направление подготовки
01.06.01 Математика и механика

профиль
«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Москва 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Современные методы вычислительной механики» являются:
- Создание современных машин, приборов, аппаратуры, обладающих качественно новыми функциональными свойствами;
- Модернизация существующих машин, приборов, аппаратуры с целью повышения эксплуатационных характеристик и уменьшения материалоемкости.
Задачей дисциплины является углубление знаний по современным методам численного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций и формирование навыком по применению этих методов на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры.

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 основной образовательной программы аспирантуры. Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математическое моделирование в задачах механики;
- Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры;
- Спецглавы по устойчивости механических систем.

Для успешного изучения данной дисциплины необходимо:

- знать основные модели теории стержней, пластин и оболочек;
- обладать навыками по составлению уравнений для решения задач статики, динамики и устойчивости конструкций;
- обладать навыками и умениями по выбору и обоснованию рациональных расчетных схем и математических моделей для анализа НДС деталей и конструкций;
- обладать умениями по оценке качества традиционных конструкций и выявлению эффективных способов их совершенствования;
- Обладать навыками и умениями по работе с вычислительными комплексами МКЭ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Современные методы вычислительной механики»

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью строить корректные математические модели современных механических систем и конструкций (ПК-1)

- способность решать математические задачи динамики и прочности машин и конструкций и использовать данные навыки в преподавательской деятельности (ПК-2)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

• современные численные методы расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость;

• современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС;

уметь:

• применять полученные знания на практике;

• использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент.

владеть:

• навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС;

• навыками по применению современных численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость

4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.) или 108 академических часов (час), в том числе 24 часа аудиторных занятий и 120 часов самостоятельной работы.

4.1. Виды учебной работы

Таблица 1

Виды учебной работы	в зачетных единицах	в академ. часах
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	3	**108**
Аудиторные занятия:	**0,67**	**24**
Лекции (Лек)		-
Практические занятия (ПЗ)		24
Исследовательские лабораторные занятия (ИЛЗ)		-
Самостоятельная работа (СР):	**3,33**	**84**
Консультации		-
Реферат		-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины		84
Вид контроля:		**зачет**

4.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				
		всего	очная форма обучения			
			Л	ПЗ	ИЛЗ	СР
1	2	3	4	5	6	9
1	Применения МКЭ к статическим и динамическим задачам механики	36	-	8	-	28
2	Применение МКЭ для решения	36	-	8	-	28

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)				
		всего	очная форма обучения			
			Л	ПЗ	ИЛЗ	СР
	оптимизационных задач					
3	Решение различных прикладных задач с применением МКЭ	36	-	8	-	28
	Итого:	144	-	24	-	84

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа обучающихся;

4.3 Тематика аудиторных занятий

Программой дисциплины лекционные занятия не предусмотрены.

Тематика практических (или семинарских) занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1, 2, 3, 4	Применения МКЭ к статическим и динамическим задачам механики	8
2	5, 6, 7, 8	Применение МКЭ для решения оптимизационных задач	8
3	9, 10, 11, 12	Решение различных прикладных задач с применением МКЭ	8
		Итого:	24

Программой дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены

4.4. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

Таблица 6

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
1	Применение МКЭ к расчету задач механики, применительно к теме своего исследования	8
2	Проведение оптимизации конструкции	8
3	Проведение расчетов различных конструкций и определение прочностных, жесткостных, динамических параметров.	8
	Итого:	24

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Для проведения текущего контроля знаний используются устный опрос на занятиях по проделанной работе.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета в 3-ем семестре. Зачет проводится по билетам. Вопросы, содержащиеся в билетах и пример билета приведены в фонде оценочных средств

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
1	2
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
ПК-1	способностью строить корректные математические модели современных механических систем и конструкций
ПК-2	способность решать математические задачи динамики и прочности машин и конструкций и использовать данные навыки в преподавательской деятельности

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
	не зачтено	**зачтено**		
знать: современные численные методы расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современных численных	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современных численных методов	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современных численных методов	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современных численных методов

	методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость.	расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей.	расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость.
уметь: применять полученные знания на практике;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять полученные знания на практике.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять полученные знания на практике. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять полученные знания на практике. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических решениях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять полученные знания на практике. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС.	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС. Слабо демонстрирует способность и	Обучающийся частично владеет навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС. Частично демонстрирует способность и готовность самостоятельн	Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС. Демонстрирует способность

		готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	о осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-1 способностью строить корректные математические модели современных механических систем и конструкций **ПК-2 способность решать математические задачи динамики и прочности машин и конструкций и использовать данные навыки в преподавательской деятельности**				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
	не зачтено	**зачтено**		
знать: современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС.

		показателей.	операциях.	
уметь: использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических решениях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками по применению современных численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками по применению современных численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость.	Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками по применению современных численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость. Слабо демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-	Обучающийся частично владеет навыками по применению современных численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость. Частично демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую	Обучающийся в полном объеме владеет навыками по применению современных численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость. Демонстрирует способность и готовность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую

		исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	деятельность в соответствующей профессиональной области, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	деятельность в соответствующей профессиональной области. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Современные методы вычислительной механики»:

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6. Образовательные технологии по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:
При проведении занятий предусматривается использование средств интерактивного обучения (компьютеров, проекторов, интерактивных досок), используются пакеты прикладных программ компьютерного проектирования и расчета.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

а) основная литература:

1. Дарков, А.В. Строительная механика [Электронный ресурс] : учеб. / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 656 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/121.

б) дополнительная литература:

1. Бахвалов Л. А. Моделирование систем: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: Бахвалов Л. А. Московский государственный горный университет 2006 г. 290 с.
Режим доступа: http://www.knigafund.ru/books/178358

2. Мишенков, Г.В. Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.В. Мишенков, Ю.Н. Самогин, В.П. Чирков. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2015. — 472 с.
Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71992

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:
Лицензионное программное обеспечение (Ansys, ОС Windows, MS OFFICE)

Наименование программного обеспечения / ссылка на Интернет-ресурс	Компания-производитель
http://www.rsl.ru/	Российская государственная библиотека
http://www.gpntb.ru/	Государственная публичная научно-техническая библиотека России
http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека
http://www.gost.ru/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
http://www.ansi.org/	ANSI (American National Standards Institute)
http://www.iso.org/	ISO (International Organization for Standardization)
http://www.extech.ru/	Федеральное государственное автономное научное учреждение "Научно-исследовательский институт — Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы" (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ)
http://www.rfbr.ru/	Российский фонд фундаментальных исследований
http://www.shareware.com/	Служба поиска свободно распространяемого программного обеспечения
http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm,	Международный научно-образовательный сайт EqWorld

http://www.mi.ras.ru	Сайт Математического института им. В.А. Стеклова Российской Академии наук
http://www.mysopromat.ru	MYsopromat.ru: Сопротивление материалов и науки о прочности
http://lib.mami.ru/	Научно-техническая библиотека университета машиностроения
http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
http://iprbookshop.ru	Электронно-библиотечная система IPRbooks
http://www.biblio-online.ru	Электронно-библиотечной системе издательства «Юрайт»
http://cyberleninka.ru	Электронный ресурс «КиберЛенинка»
www.scopus.com	Реферативная база данных Scopus
Springer Protocols – www.springerprotocols.com Springer Materials – www.springermaterials.com Springer Images – www.springerimages.com Zentralblatt MATH – www.zentralblatt-math.org/zbmath/en	Ресурсы издательства Springer

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов», оснащенный компьютерами с установленным программным обеспечением и выходом в сеть Internet, маркерной доской, подвесным проектором с интерактивной доской.

Читальные зал библиотеки, оснащенный компьютерной техникой с выходом в сеть Internet и сеть Университета.

Приложение

к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

Профиль
«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
- научно-исследовательская деятельность в области фундаментальной и прикладной математики, механики, естественных наук;
- преподавательская деятельность в области математики, механики, информатики

Кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Современные методы вычислительной механики

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ					
ФГОС **01.06.01 Математика и механика**					
В процессе освоения данной дисциплины аспирант формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ-КА**				
УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	**знать:** • современные численные методы расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость; **уметь:** • применять полученные знания на практике; **владеть:** • навыками работы с современными программными комплексами, применяемыми при анализе НДС;	практическое занятие, самостоятельная работа	УО, З	**Базовый уровень** - способен применять современные программные комплексы моделирования и расчета. **Повышенный уровень** - способен применять современные программные комплексы моделирования и расчета, выбирать наиболее подходящий комплекс
ПК-1	способностью строить корректные математические модели современных механических систем и конструкций	**знать:** • современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС; **уметь:** • использовать современные программные комплексы, применяемые при анализе НДС и ставить на их основе численный эксперимент. **владеть:** • навыками по применению современных	практическое занятие, самостоятельная работа	УО, З	**Базовый уровень** - способен использовать современные программные продукты компьютерного моделирования и численного анализа в профессиональной деятельности. **Повышенный уровень** - способен использовать современные программные
ПК-2	способность решать математические задачи динамики и прочности машин и				

	конструкций и использовать данные навыки в преподавательской деятельности	численных методов расчета конструкций на прочность, динамику и устойчивость			продукты компьютерного моделирования и численного анализа в профессиональной деятельности, анализировать полученные результаты и давать рекомендации на их основе.

Описание оценочных средств

1. Примерные вопросы для проведения устного опроса по дисциплине:

1. Перечислить основные типов конечных элементов?
2. Когда применяются балочные конечные элементы?
3. Когда применяются «оболочечные» конечные элементы?
4. Что такое объёмные эллиптические конечные элементы?
5. Что такое плоское напряжённое состояние?
6. Что такое конечные элементы?
7. Для чего нужны функции перемещения?
8. Написать пример матриц упругости и жёсткости.
9. Как определяются напряжения методом конечных элементов?
10. Что такое осесимметричное напряжённо-деформированное состояние?
11. Что такое полная и начальная деформация?
12. Как составляются матрицы упругости и жёсткости?
13. Что такое узловые силы?
14. Преимущества использования тетраэдрального конечного элемента.
15. Что такое деформация?

2. Вопросы для проведения зачета по дисциплине:

1 Основные положения инженерного анализа, типы задач: статика, динамика и задачи на собственные значения.
2 Дискретные и непрерывные системы
3 Анализ дискретных систем: задача теории упругости.
4 Основные требования к математическим моделям.
5 Метод «непосредственных жесткостей».
6 Вариационная постановка задачи.
7 Основные положения теории упругости.
8 Определение напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции.
9 Геометрические уравнения.
10 Дифференциальные уравнения равновесия.
11 Физические уравнения.
12 Использование матричной формы записи уравнений для решения задачи определение напряжённо-деформированного состояния элементов фермы.
13 Формирование общей схемы исследования.
14 Вывод уравнения для одного элемента.
15 Обобщение уравнений для всех элементов конструкции.
16 Задание граничных условий и нагрузок.
17 Системы координат.
18 Основные положения метода конечных элементов.
19 Метод конечных элементов в перемещениях.
20 Конечные элементы и применение

Пример зачетного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина Современные методы вычислительной механики
Направление 01.06.01 Математика и механика
Курс 2, семестр 3

ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Дифференциальные уравнения равновесия.
2. Основные положения метода конечных элементов.

Утверждено на заседании кафедры « » _____ 201_ г., протокол № ___.

Зав. кафедрой _____ /А.А.Скворцов/