

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра прочности летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Вариационные методы в механике

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

Курс: 2, семестр : 4

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	45
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	16
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

ФГОС введен в действие приказом №1000 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 25.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПЛА, протокол заседания кафедры №5/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Крамаренко Н. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Пустовой Н. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Рахимьянов Х. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда; в части следующих результатов обучения:
у4. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа
Компетенция ФГОС: ПК.11 способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Вариационные методы в механике</i>	
ОПК.1.у4 умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	
1. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.4.у1 уметь выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	
2. уметь выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.11.у2 уметь использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления	
3. уметь использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 4			
Дидактическая единица: Введение			
1. Вариационное исчисление и связь его с проблемами механики. Закон сохранения энергии. Потенциальная энергия	0	4	1, 2
Дидактическая единица: Дифференциальные вариационные принципы			
2. Дифференциальные вариационные принципы. Принцип Даламбера-Лагранжа. Принцип виртуальных перемещений. Принцип стационарности потенциальной энергии. Принцип Гамильтона- Остроградского	0	6	1, 2
Дидактическая единица: Принцип наименьшего действия			

3. Принцип наименьшего действия в форме Якоби. Вариационные принципы в механике сплошной среды. Принцип Кастильяно. Принцип Гамильтона в теории упругости. Продольные колебания стержня.	0	6	1, 2
Дидактическая единица: Заключение			
4. Заключительная лекция	0	2	1, 2

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Введение				
1. Решение задач на вариационное исчисление	2	2	1, 2	- осваивает и закрепляет основные сведения из курса математики,
2. Решение задач с использованием понятий потенциальной энергии, закона сохранения энергии	4	4	1, 2	- осваивает методику решения задач
Дидактическая единица: Дифференциальные вариационные принципы				
3. Решение задач на использование уравнений Лагранжа	4	4	1, 2	- осваивает методику составления уравнений Лагранжа, их решение и анализ результатов
Дидактическая единица: Принцип наименьшего действия				
4. Задачи на составление уравнений Гамильтона	2	2	1, 2	- осваивает методику составления уравнений Гамильтона, их решение и анализ результатов
5. Задачи на составление уравнений Гамильтона-Якоби	4	4	1, 2	- осваивает методику составления уравнений Гамильтона-Якоби, их решение и анализ результатов
Дидактическая единица: Заключение				
6. Зачетное занятие	0	2	1, 2, 3	Зачетное занятие

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	РГЗ	1, 2	29	4
: Теоретическая механика : методические указания для 1 и 2 курсов всех факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Крамаренко, А. А. Рыков, Г. С. Юрьев]. - Новосибирск, 2009. - 19, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3693.pdf Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2	12	0

: Теоретическая механика : методические указания для 1 и 2 курсов всех факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Крамаренко, А. А. Рыков, Г. С. Юрьев]. - Новосибирск, 2009. - 19, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3693.pdf>
 Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.

3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	22	3
---	-------------------------	---------	----	---

: Теоретическая механика : методические указания для 1 и 2 курсов всех факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Крамаренко, А. А. Рыков, Г. С. Юрьев]. - Новосибирск, 2009. - 19, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3693.pdf>
 Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Консультирование	Портал НГТУ
Контроль	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Кейс-стади:Решение задач	ОПК.1; ОПК.4;
Формируемые умения: у1. уметь выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа; у4. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности		
Краткое описание применения: Изучение теоретической модели.		
Подробная информация об использовании технологии приводится в "Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО машиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл."		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
Подготовка к занятиям:	10	20
Лекция:	10	20

<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>РГЗ:</i>	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл."		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы приводятся в "Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	у4. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	+	+
ОПК.4	у1. уметь выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	+	+
ПК.11	у2. уметь использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Яблонский А. А. Курс теоретической механики : статика, кинематика, динамика : учебное пособие для вузов по техническим специальностям / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - М., 2006. - 603 с., 1 л. портр. : ил.
2. Эльсгольц Л. Э. Вариационное исчисление : учебник для физических и физико-математических факультетов университетов / Л. С. Эльсгольц. - М., 2008. - 205 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Черноусько Ф. Л. Вариационные задачи механики и управления. Численные методы / Ф. Л. Черноусько, Н. В. Баничук ; Акад. наук СССР, Ин-т проблем механики. - М., 1973. - 237, [1] с. : ил.
2. Новоселов В. С. Вариационные методы в механике / В. С. Новоселов ; Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Л., 1966. - 66, [5] с.
3. Шехтер Р. С. Вариационный метод в инженерных расчетах : [монография] / Р. С. Шехтер; пер. с англ. В. Д. Скаржинского; под ред. А. С. Плешанова. - М., 1971. - 291 с.
4. Михлин С. Г. Численная реализация вариационных методов / С. Г. Михлин. - М., 1966. - 432 с. : ил.
5. Михлин С. Г. Вариационные методы в математической физике / С. Г. Михлин. - М., 1970. - 512 с. : ил.
6. Гельфанд И. М. Вариационное исчисление : учебник для университетов / И. М. Гельфанд, С. В. Фомин. - М., 1961. - 228 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Теоретическая механика : методические указания для 1 и 2 курсов всех факультетов / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. В. Крамаренко, А. А. Рыков, Г. С. Юрьев]. - Новосибирск, 2009. - 19, [1] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3693.pdf>

2. Расчетно-проектировочные задания по механике : методические указания для 2-3 курсов ИДО немашиностроительных специальностей / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Г. Атапин, В. М. Бычков, А. А. Рыков]. - Новосибирск, 2004. - 63 с. : ил., табл.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Windows

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине "Вариационные методы в механике" приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	у4. умеет работать с системными естественнонаучными моделями объектов профессиональной деятельности	Вариационное исчисление и связь его с проблемами механики. Закон сохранения энергии. Потенциальная энергия Дифференциальные вариационные принципы. Принцип Даламбера-Лагранжа. Принцип виртуальных перемещений. Принцип стационарности потенциальной энергии. Принцип Гамильтона-Остроградского Задачи на составление уравнений Гамильтона Задачи на составление уравнений Гамильтона-Якоби Заключительная лекция Зачетное занятие Принцип наименьшего действия в форме Якоби. Вариационные принципы в механике сплошной среды. Принцип Кастильяно. Принцип Гамильтона в теории упругости. Продольные колебания стержня. Решение задач с использованием понятий потенциальной энергии, закона сохранения энергии Решение задач на вариационное исчисление Решение задач на использование уравнений Лагранжа	РГЗ на тему "Дифференциальный вариационный принцип ДаламбераЛагранжа"	Зачет, вопросы 1-12
ОПК.4 способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	у1. уметь выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	Вариационное исчисление и связь его с проблемами механики. Закон сохранения энергии. Потенциальная энергия Дифференциальные вариационные принципы. Принцип Даламбера-Лагранжа. Принцип виртуальных перемещений. Принцип стационарности потенциальной энергии. Принцип Гамильтона-Остроградского Задачи на составление уравнений Гамильтона Задачи на составление уравнений Гамильтона-Якоби Заключительная лекция	РГЗ на тему "Дифференциальный вариационный принцип ДаламбераЛагранжа"	Зачет, вопросы 1-12

		Зачетное занятие Принцип наименьшего действия в форме Якоби. Вариационные принципы в механике сплошной среды. Принцип Кастильяно. Принцип Гамильтона в теории упругости. Продольные колебания стержня. Решение задач с использованием понятий потенциальной энергии, закона сохранения энергии Решение задач на вариационное исчисление Решение задач на использование уравнений Лагранжа		
ПК.11/НИ способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительн ых производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированно го проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительн ых производств	у2. уметь использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления	Зачетное занятие		Зачет, вопросы 1-12

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.4, ПК.11/НИ.

Зачет проводится в письменной форме по вопросам, список которых приведен в паспорте зачета, задача выбирается из тех задач, что решались на практических занятиях.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.4, ПК.11/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Вариационные методы в механике», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по вопросам, список которых приведен ниже, задача выбирается из тех задач, что решались на практических занятиях. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

2. Критерии оценки

- Ответ на вопрос считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на вопрос засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает нечеткие определения основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10 - 12 баллов.
- Ответ на вопрос засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия и законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 13-17 баллов.
- Ответ на вопрос засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает алгоритмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18 - 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Вариационные методы в механике».

1. Вариационное исчисление. Связь его с проблемами механики.
2. Закон сохранения энергии.
3. Потенциальная энергия.
4. Принцип Даламбера-Лагранжа.
5. Принцип виртуальных перемещений.
6. Принцип стационарности потенциальной энергии.
7. Принцип Гамильтона-Остроградского.
8. Принцип наименьшего действия в форме Якоби
9. Вариационные методы в механике сплошной среды.

10. Принцип Кастильяно.
11. Принцип Гамильтона в теории упругости.
12. Продольные колебания стержня.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Вариационные методы в механике», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать обобщенные перемещения, используя различные вариационные принципы.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны

- написать полное условие, привести численные данные и вычертить заданную схему, соответствующую варианту; указать, что требуется найти;
- начертить расчетную схему;
- привести решение в общем виде, подставив численные значения только в конечные буквенные выражения (соблюдается последовательность подстановки и единицы измерения соответствующих величин);
- записать численное значение результата с точностью до трех значащих цифр (независимо от положения запятой) и указать единицу измерения;
- каждый этап расчета сопровождать краткими пояснениями.

Обязательные структурные части РГЗ.

титульный лист

оглавление

постановка задачи

решение задачи

ответ

графическое приложение – исходная и расчетная схемы

Оцениваемые позиции:

соблюдение структуры документа

правильность постановки и решения задачи

правильность расчетных схем

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), расчетные схемы выполнены неверно, в расчетах допущены теоретические ошибки, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: расчетные схемы выполнены небрежно, в расчетах допущены алгебраические ошибки оценка составляет 10-12 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если все части РГЗ(Р) выполнены: расчетные схемы выполнены аккуратно, в расчетах нет ошибок, оценка составляет 13-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все части РГЗ(Р) выполнены, расчетные схемы выполнены аккуратно, в расчетах нет ошибок и к формулам приведены комментарии со ссылками на теорию, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р) - типовое задание

на тему "Дифференциальный вариационный принцип Даламбера-Лагранжа"

Исследовать движение грузоподъемного устройства, используя уравнения Лагранжа.

Исходные данные к задаче : $m_1 = 300$ кг ; $m_2 = 0$; $m_3 = 500$ кг ; $R_1 = 500$ мм ; $r_1 = 300$ мм ; $R_2 = 200$ мм ; $I_{c1} = 400$ кг·м² ; $M = 2100 + 20t$, Н ; $\omega = 1,5$ рад/с ; $t = 1$ с.

