

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

Компьютерное моделирование и проектирование зубчатых передач

по направлению подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки:
Промышленная и специальная робототехника

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач;

ПК-1 Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;

ПК-2 Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;

ПК-3 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-8.1 Знает методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации

РООПК-8.2 Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации

РОПК 1.1 Знает основные законы, описывающие функционирование проектируемых объектов.

РОПК 1.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

РОПК 2.1 Знает алгоритмические языки программирования

РОПК 2.2 Умеет разрабатывать программное обеспечение для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования.

РОПК 3.1 Знает основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем.

РОПК 3.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- задание;
- тесты;
- контрольная работа;
- итоговое задание.

ЗАДАНИЕ (РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-1.1, РОПК-1.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2,, РОПК-3.1, РОПК-3.2).

Задание выполняется дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24765> продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе **Задание** в электронном курсе и проверяются преподавателем.

Пример:

Тема 4. Задание. Подбор чисел зубьев для однорядного механизма Джеймса

Спроектировать однорядный редуктор Джеймса с передаточным отношением от первого зубчатого колеса к водилу H при остановленном третьем колесе равным 7 (1, 5 вариант), 10 (2, 6, 7 вариант), 6 (3, 8 вариант), 3,5 (4, 9 вариант). Число сателлитов принять равным 3 (1, 5 вар.), 7 (2, 6, 7 вар.), 4 (вар. 3, 8), 2 (вар. 4, 9). Модуль зацепления зубчатых колес $m_{1,2,3}=1,5$ мм (для всех вариантов принять одинаковое значение).

Составить программу расчета подбора чисел зубьев для указанного зубчатого механизма.

В отчете разместить скриншоты (листинг) программы и описать последовательность работы программы, составить блок схему программы, то есть схематичное представление компьютерного алгоритма программы.

Оформить отчет в формате Word-документ в соответствии с ГОСТ (см. правила оформления отчетных документов на сайте НБ ТГУ).

Прикрепить отчет (PDF - файл) в этом задании.

Критерии оценивания элемента Задание.

Результаты работы оцениваются баллами от 2 до 5.

5 баллов – программа расчета составлена, работает корректно, приведен подробный комментарий по листингу программы, используется правильная терминология по дисциплине.

4 балла – программа расчета составлена, есть замечания по программе, приведен подробный комментарий по листингу программы, используется правильная терминология по дисциплине.

3 балла – программа расчета составлена, работает не корректно, приведен комментарий по листингу программы, есть замечания по терминологии дисциплины.

2 балла, неудовлетворительная оценка – программа работает некорректно, есть грубые ошибки в терминологии.

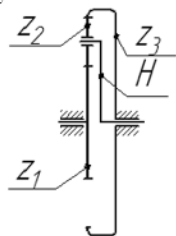
ТЕСТ (РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-1.1)

Тест: вопросы тестовых заданий требуют короткого ответа; тесты выполняются дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24765>, продолжительность 1 час, ответы автоматически сохраняются в элементе курса Тест к теме __. Результаты тестов проверяются преподавателем.

Примеры.

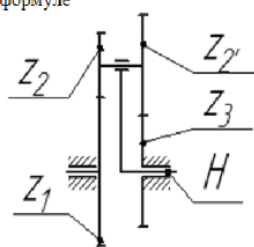
Тест к теме 4, ч.1 Тест содержит 3 вопроса. Максимальный балл - 3. Количество попыток 1. Проходной балл 2. Тест на знание формул, возможно, потребуется предварительное вычисление в одном из вопросов.

1.
Передаточное число от колеса Z_1 к водилу H определяется по формуле



1. $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_3}{z_1}$
2. $i_{1H}^{(3)} = 1 - \frac{z_3}{z_1}$
3. $i_{1H}^{(3)} = \frac{z_3}{z_1}$
4. $i_{1H}^{(3)} = -\frac{z_3}{z_1}$

2.
Передаточное число от колеса Z_1 к водилу H определяется по формуле

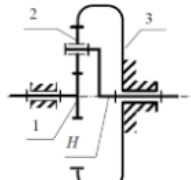
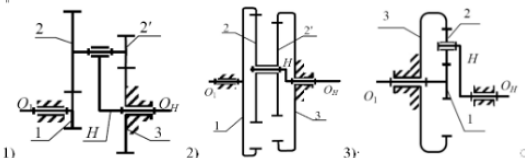
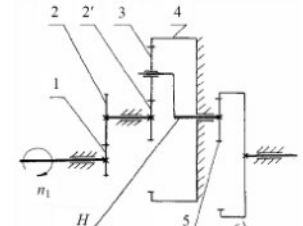
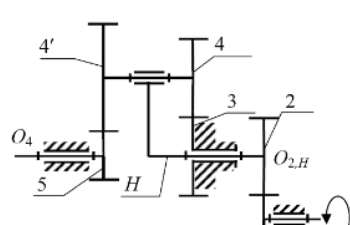
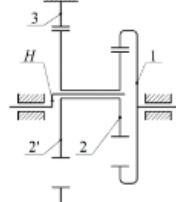


1. $i_{1H}^{(3)} = 1 - \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2}$
2. $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2}$
3. $i_{1H}^{(3)} = \frac{z_2 z_3}{z_1 z_2}$
4. $i_{1H}^{(3)} = -\frac{z_2 z_3}{z_1 z_2}$

3.

Определить модуль m зацепления прямозубого цилиндрического колеса без смещения, если число зубьев z , а диаметр начальной окружности d : дано: $z = 48, d = 240$ мм.	1. 2,5
	2. 5
	3. 6
	4. 4

Тест к теме 4, ч.2. Тест содержит 6 вопросов-задач. Вопросы 1 и 5 на знание формул, вопросы-задачи 2, 3, 4 и 6 требуют предварительного решения/вычисления. Максимальный балл - 6, количество попыток - 2, проходной балл 4.

<p>Какое из записанных соотношений справедливо для типового планетарного механизма, представленного на схеме?</p>  <p>1) $Z_1 - Z_2 = Z_3 - Z_2$; 2) $Z_1 + Z_2 = Z_3 - Z_2$; 3) $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_2$; 4) $Z_1 - Z_2 = Z_3 + Z_2$;</p>	<p>Какой механизм не может работать?*</p> 
<p>Определить межосевое расстояние a цилиндрической прямозубой передачи без смещения, если модуль зацепления m, а числа зубьев колес z_1 и z_2.</p> <p>Дано: $m = 2,5$ мм, $z_1 = 20, z_2 = 80$</p> <p>1. 100 2. 120 3. 125 4. 80</p>	<p>Определить передаточное отношение $i_{1,6}$. Числа зубьев $z_1=24, z_2=42, z_2'=18, z_3=24, z_3'=21, z_6=72$.</p>  <p>1. 43 2. -28 3. -43 4. 28</p>
<p>Определить передаточное отношение $i_{1,5}$. Числа зубьев $z_1=21, z_2=49, z_3=20, z_4=41, z_4'=42, z_5=19$.</p>  <p>1. 29,80 2. -28,65 3. -43 4. 52</p>	<p>При $z_1=z_2'=100, z_2=99, z_3=101$ передаточное отношение $i_{H1}^{(3)}$ равняется...</p>  <p>1. 100 2. 1,02 3. 10000 4. 0,0001</p>

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-1.1)

Контрольные работы выполняются дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24765> продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе «Тема. Контрольная работа» в электронном курсе и проверяются преподавателем.

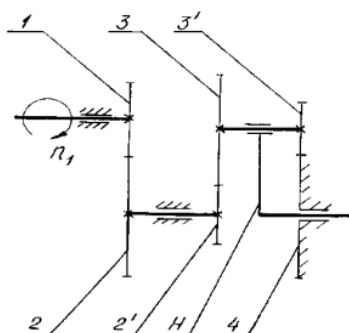
Задача. Кинематический анализ зубчатых передач. (9 вариантов, в дисциплине <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24765>).

Пример, вариант 1 (Задание оценивается максимальной оценкой 5 баллов. Проходной балл 3).

Вариант 1.

Задача

Определить передаточное отношение $i_{1,H}$ и угловую скорость на валу Н. Числа зубьев $z_1=18$, $z_2=42$, $z_2'=18$, $z_3=60$, $z_3'=20$ и частота вращения $n_1=1600$ об/мин. Все зубчатые колеса планетарной ступени имеют одинаковый модуль.



- 1) Что такое передаточное отношение?
- 2) Какие механизмы называются планетарными? Назовите основные звенья планетарной передачи.

Критерии оценивания элемента Контрольная работа

Результаты работы оцениваются баллами от 3 до 5.

5 баллов – решение приведено в полном объеме (с комментариями), решение верное, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логично в изложении.

4 балла – решение приведено без комментариев, ответ содержит незначительные ошибки, есть незначительные ошибки в терминологии.

3 балла – решение содержит значительные ошибки, есть ошибки в терминологии.

ИТОГОВАЯ РАБОТА (РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-1.1, РОПК-1.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2., РОПК-3.1, РОПК-3.2)

Итоговая работа выполняется дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24765>, продолжительность 1-2 дня, отчет по итоговой работе прикрепляется студентом в элементе «Тема. Итоговая работа» в электронном курсе и проверяется преподавателем

Задание. Провести подбор чисел зубьев колес многоступенчатого зубчатого механизма по заданному передаточному отношению. **Составить компьютерную программу расчета подбора чисел зубьев** многоступенчатого механизма.

Каждый студент выбирает номер ЗАДАНИЯ в соответствии со своим порядковым номером в списке группы. Выполняете ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ своего задания.

В отчете привести подробное описание решения **Задания**, подробные вычисления (см. Пример в лекции), **листинг программы с подробным комментарием** обязателен.

Задание оценивается максимальной оценкой 5 баллов. Проходной балл 3.

Критерии оценивания элемента Итоговая работа

Результаты работы оцениваются баллами от 3 до 5.

5 баллов – правильно вычерчена схема механизма, проведен подбор чисел зубьев колес многоступенчатого зубчатого механизма по заданному передаточному отношению, **составлена компьютерная программа расчета подбора чисел зубьев** многоступенчатого механизма, решение приведено в полном объеме (с комментариями), результаты решения верные, даны пояснения к листингу программы с правильной терминологией изучаемой дисциплины, пояснения логичны в изложении.

4 балла – правильно вычерчена схема механизма, проведен с ошибками подбор чисел зубьев колес многоступенчатого зубчатого механизма, **составлена компьютерная**

программа расчета подбора чисел зубьев без комментариев, имеется листинг программы без комментариев.

3 балла – схема механизма вычерчена с ошибками, решение содержит значительные ошибки, программа расчета представлена без комментариев, трудности с терминологией по дисциплине.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

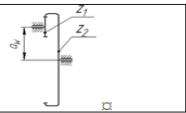
Итоговый контроль (промежуточная аттестация) реализуется путем проведения зачета. К зачету допускается студент, выполнивший все задания, тесты, контрольную и итоговую работы по дисциплине в электронном курсе <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24765>. Зачет проводится в письменной форме. Продолжительность зачета 1 час. В билете 1 теоретический вопрос и 3 практические задачи.

Примеры билетов.

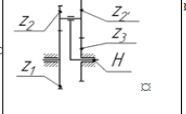
Билет 1.

1. → Метод Виллиса. Передаточное отношение планетарного механизма.

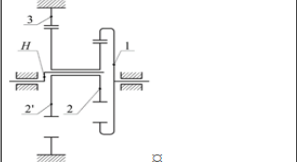
2. → При $z_1 = 20, z_2 = 30, m = 10$ межосевое расстояние a_w имеет значение ... мм.



3. → Передаточное число от водила H к колесу Z_1 определяется по формуле _



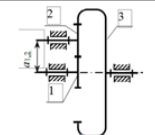
4. → При $z_1 = z_2' = 50, z_2 = 49, z_3 = 51$ передаточное отношение $i_{H1}^{(3)}$ равняется.....



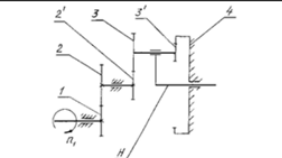
Билет 2

1. Рядовые зубчатые передачи. Планетарный редуктор. Определение передаточного отношения.

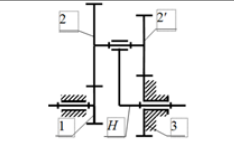
2. Определить передаточное отношение i_{13} зубчатой передачи, если зубья всех колес имеют модуль $m=12$ мм, а числа зубьев колес соответственно $z_1 = z_2 = 20, z_3 = 60$.
Условие соосности?



3. Определить передаточное отношение i_{1H} . Числа зубьев $z_1=21, z_2=36, z_2'=22, z_3=40, z_3'=21$ частота вращения $n_1 = 1000$ об/мин. Все зубчатые колеса планетарной ступени имеют одинаковый модуль.



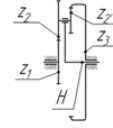
4. → Передаточное число от водила H к колесу Z_1 определяется по формуле?



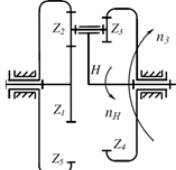
Билет 3.

1. Подбор чисел зубьев планетарных механизмов по методу сомножителей.

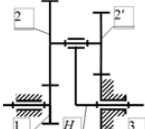
2.

<p>Передаточное отношение от колеса Z_1 к водилу H определяется по формуле</p> <p>Условие соосности?</p>	
--	---

3.

<p>Определить степень подвижности механизма:</p> <p>1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) 3</p>	
--	---

4.

<p>Для редуктора Давида подсчитать передаточное отношение $i_{H,1}$ при $z_1=z_2=50$, $z_2=49$, $z_3=51$.</p> <p>1) 2,50 2) 1660 3) 2500 4) 16,60</p>	
---	---

Критерии оценивания ответа на зачете.

Зачет оценивается – оценкой «зачет», «незачет».

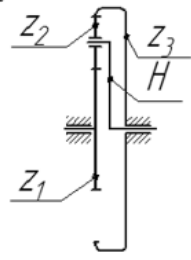
«Зачет» получают студенты, ответившие на все вопросы билета.

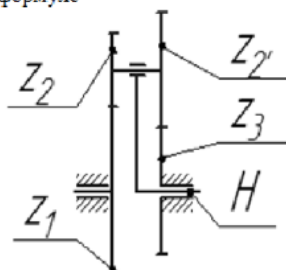
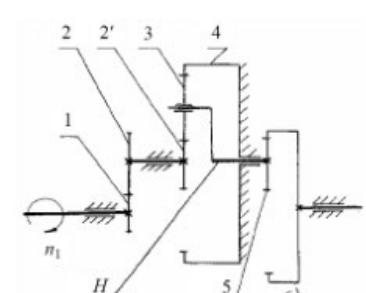
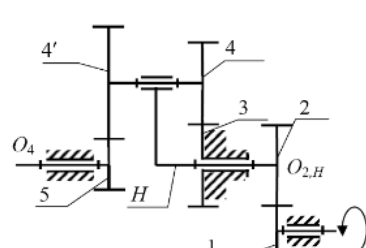
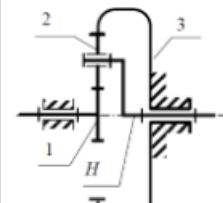
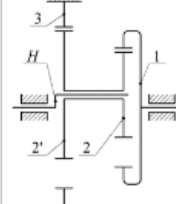
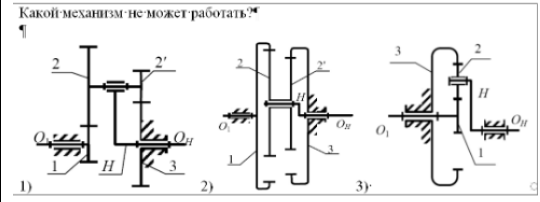
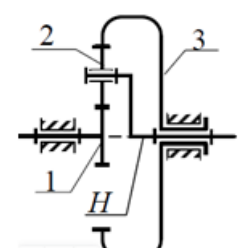
«Незачет» получают студенты, допустившие ошибки в ответе на теоретический вопрос билета и допустившие ошибки в практических задачах.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособрнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке).

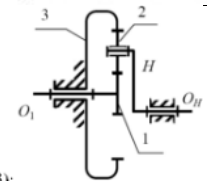
ТЕСТ

<p>1 Передаточное число от колеса Z_1 к водилу H определяется по формуле</p> 	<p>1. $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{z_3}{z_1}$</p> <p>2. $i_{1H}^{(3)} = 1 - \frac{z_3}{z_1}$</p> <p>3. $i_{1H}^{(3)} = \frac{z_3}{z_1}$</p> <p>4. $i_{1H}^{(3)} = -\frac{z_3}{z_1}$</p>	<p>6 Определить межосевое расстояние a цилиндрической прямозубой передачи без смещения, если модуль зацепления m, а числа зубьев колес z_1 и z_2.</p> <p>Дано: $m = 2,5$ мм, $z_1 = 20$, $z_2 = 80$</p> <p>1. 100 2. 120 3. 125 4. 80</p>
<p>2</p>	<p>7</p>	

<p>Передаточное число от колеса Z_1 к водилу H определяется по формуле</p> 	<ol style="list-style-type: none"> $i_{1H}^{(3)} = 1 - \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2'}$ $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2'}$ $i_{1H}^{(3)} = \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2'}$ $i_{1H}^{(3)} = -\frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2'}$ 	<p>Определить передаточное отношение $i_{1,6}$. Числа зубьев $z_1=24, z_2=42, z_2'=18, z_3=24, z_5=21, z_6=72$.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 43 -28 -43 28
<p>3</p> <p>Определить модуль m зацепления прямозубого цилиндрического колеса без смещения, если число зубьев z, а диаметр начальной окружности d: дано: $z=48, d=240$ мм.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2,5 5 6 4 	<p>8</p> <p>Определить передаточное отношение $i_{1,5}$. Числа зубьев $z_1=21, z_2=49, z_3=20, z_4=41, z_4'=42, z_5=19$.</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 29,80 -28,65 -43 52
<p>4</p> <p>Какое из записанных соотношений справедливо для планетарного механизма, представленного на схеме?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> $Z_1 - Z_2 = Z_3 - Z_2$; $Z_1 + Z_2 = Z_3 - Z_2$; $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_2$; $Z_1 - Z_2 = Z_3 + Z_2$; 	<p>9</p> <p>При $z_1=z_2=100, z_2=99, z_3=101$ передаточное отношение $i_{H1}^{(3)}$ равняется...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 100 1,02 10000 0,0001
<p>5</p> <p>Какой механизм не может работать?*</p> 		<p>10</p> <p>Определить степень подвижности механизма $W = \underline{\quad}$?</p> 	

Ключи.

	Ответы		Ответы
1	1. $i_{1H}^{(3)} = 1 + \frac{Z_3}{Z_1}$	6	3. 125
2	1. $i_{1H}^{(3)} = 1 - \frac{Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2'}$	7	2. -28
3	2. 5	8	1. 29,80

4	2) $Z_1 + Z_2 = Z_3 - Z_2$;	9	3. 10000
5		10	W=2

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если даны верные ответы на 7 любых вопросов из 10 предложенных.

Информация о разработчике

Горбенко Татьяна Ивановна, кандидат физико-математических наук, доцент, НИ Томский государственный университет, Физико-технический факультет, кафедра Автоматизации технологических процессов, доцент.