

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ТММ.
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТОВОЙ И
ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Методические указания

Самара 2005

Составитель: В.П. Тукмаков

УДК 621.01 (075)

Курсовой проект по ТММ. Правила оформления текстовой и графической документации: Метод. указания / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. В.П. Тукмаков. Самара, 2005. 28 с.

Методические указания содержат требования к содержанию и оформлению курсового проекта по теории механизмов и машин в соответствии со стандартом предприятия СТП 6.1.4 – 97 и ГОСТ 2.105-95 ЕСКД, которые устанавливают общие требования к оформлению учебных текстовых документов, и требованиями ГОСТ 2.109-73 ЕСКД и других на оформление графической документации.

Рекомендованы студентам инженерно-технических специальностей. Подготовлены на кафедре основ конструирования машин.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета.

Рецензент: С.В. Фалалеев

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	4
1.1	Общие требования	4
1.2	Основная часть документа	5
1.2.1	Оформление иллюстраций	6
1.2.2	Построение таблиц	6
1.2.3	Оформление формул	7
1.2.4	Список использованных источников	8
1.2.5	Приложение	8
2	ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	9
2.1	Общие требования	9
2.2	Лист 1. Кинематическое исследование механизма	10
2.3	Лист 2. Кинетостатическое исследование механизма	10
2.4	Лист 3. Проектирование зубчатой передачи	12
2.5	Лист 4. Проектирование кулачкового механизма	13
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	14
	ПРИЛОЖЕНИЯ	15
	ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример оформления титульного листа	15
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Пример оформления задания на курсовой проект	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ В. Пример оформления исходных данных на курсовой проект	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Пример оформления реферата	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Пример оформления содержания записки	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Пример оформления перечня обозначений	20
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Оформление листа	22
	ПРИЛОЖЕНИЕ К. Пример оформления элементов схем задания	23
	ПРИЛОЖЕНИЕ Л. Лист 1. Кинематическое исследование механизма	24
	ПРИЛОЖЕНИЕ М. Лист 2. Кинетостатическое исследование механизма	25
	ПРИЛОЖЕНИЕ Н. Лист 3. Проектирование зубчатой передачи	26
	ПРИЛОЖЕНИЕ П. Лист 4. Проектирование кулачкового механизма	27

1 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Курсовой проект по теории механизмов и машин состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка содержит все необходимые данные и результаты расчетов, связанных с выполнением графической части проекта. Записка является текстовым документом, который имеет следующую структуру:

- титульный лист;
- задание;
- реферат;
- содержание;
- перечень обозначений;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

1.1 Общие требования

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах писчей бумаги формата А4 без рамки на лицевой стороне листа рукописным способом или с применением ЭВМ. При рукописном способе расстояние между строками 6-8 мм. При наборе записки в текстовом редакторе WinWord размер шрифта не менее 12 пт, текст печатается через один интервал.

Размеры полей: левого поля – 30 мм, правого – 10 мм, верхнего и нижнего по 20 мм.

Опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и написанием на том же месте исправленного изображения. Повреждения листов документа, пометки и следы неполностью удаленного прежнего текста не допускается.

Пример оформления *титульного листа* приведен в приложении А, *задания* – в приложениях Б и В. Титульный лист включается в общую нумерацию, но на титульном листе номер страницы не ставится.

Реферат должен содержать:

- сведения о количестве страниц документа, количестве иллюстраций, таблиц приложений, количестве использованных источников;
- сведения о графической части проекта (работы) – количество ли-

- стов, формат листов;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста документа, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются или пишутся ПРОПИСНЫМИ буквами в строку через запятые. В тексте реферата должна быть отражена сущность выполненной работы. Пример оформления реферата приведен в приложении Г.

Содержание включает перечень условных обозначений, введение, наименование всех разделов, подразделов, заключение, список использованных источников, приложения с указанием страниц, с которых начинаются эти наименования.

Слово "Содержание" записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой проблемы, основные и исходные данные для разработки.

Пример оформления содержания приведен в приложении Д, перечня условных обозначений приведен в приложении Е.

1.2 Основная часть документа

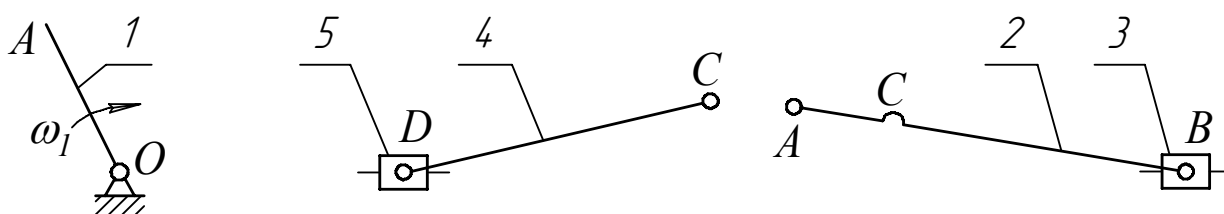
Содержание разделов, подразделов основной части определяется заданием на курсовой проект (приложение Б).

Текст основной части документа разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные ПРОПИСНЫМИ буквами с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится, например: "2.3". Заголовки следует писать (печатать) с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Перенос слов в заголовках не допускается. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Каждый раздел документа рекомендуется писать с новой страницы.

Нумерация страниц документа и приложений, входящих в состав документа, должна быть сквозная по всему тексту. Номера страниц представляются в правом верхнем углу без точки в конце.

1.2.1 Оформление иллюстраций

Иллюстрации могут быть расположены в любом месте документа и должны быть выполнены в соответствии с требованием стандартов ЕСКД. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1". Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:



Механизм 1-го класса

Группа Ассура 2₂₂

Группа Ассура 2₂₂

Рисунок 1 – Схема разложения механизма

Ссылку в тексте на рисунок записывают следующим образом: рис. 3.

1.2.2 Построение таблиц

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Название таблицы, при его наличии, следует помещать над таблицей. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица В.1", если она приведена в приложении В. Слово "Таблица" пишется слева над таблицей, затем ставится тире и пишется название таблицы. Например:

Таблица 1 – Линейные и угловые скорости точек и звеньев

№ пол.	V_A , м/с	V_B , м/с	V_C , м/с	V_D , м/с	V_{BA} , м/с	V_{DC} , м/с	ω_2 , 1/с	ω_4 , 1/с
7	12,566	4,444	10,027	6,818	11,037	8,222	36,791	26,524

Рекомендуется результаты вычислений заносить в таблицу.

При переносе части таблицы слово "Таблица" и её название указывают один раз над первой частью таблицы, над другими частями слева пишут слова "Продолжение таблицы" с указанием номера (обозначения) таблицы.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово "таблица" с указанием её номера. Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается. Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

1.2.3 Оформление формул

Обозначение и запись физических единиц должны быть в системе СИ согласно ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложении, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. В пределах всей записки единица измерения одного и того же параметра должна быть постоянной. Все цифры подстановки в формулы следует помещать в строгом соответствии с расположением буквенных обозначений в формуле. Нижний и верхний индексы у букв (цифр) располагают соответственно на уровнях нижних и верхних строк, результат расчета дается с указанием размерности. Обозначения единиц применяют только после чисел и помещают в одну строку с цифрами и в конце ставят точку. Например:

$$T_{и4} = J_{S4} \cdot \varepsilon_4 = 0,015 \cdot 1838,6 = 27,579 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (20)$$

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например: в формуле (5). Нумерованные формулы следует располагать отдельными строками. Небольшие формулы допускается помещать в одну строку. Ненумерованные формулы можно помещать и внутри текста.

Точку как знак умножения не ставят перед буквенными обозначениями физических величин и между ними, перед скобками и после них между сомножителями в скобках, перед дробными выражениями и после них или между несколькими дробями, написанными через горизонтальную черту, перед знаками радикала, интеграла, а также перед аргументом тригонометрической функции. Например:

$$\Delta_V = \frac{|V_{гр} - V_{ан}|}{0,5 |V_{гр} + V_{ан}|} 100\%; \quad \cos \alpha_w = \frac{m_{пр}(z_4 + z_5) \cos \alpha}{2a_w}.$$

Допускается записывать формулу в виде простой дроби в одну строку через косую черту, например: $\cos \alpha_{a_4} = d_{b_4}/d_{a_4}$.

Векторные уравнения в записке записываются следующим образом:

$$\underline{\underline{\overline{a}_B}} = \underline{\underline{\overline{a}_A}} + \underline{\underline{\overline{a}_{BA}^n}} + \underline{\underline{\overline{a}_{BA}^\tau}};$$

$$\|BO \quad \|OA \quad \|BA \perp BA$$

$$\underline{\underline{\overline{R}_{24}^n}} + \underline{\underline{\overline{R}_{24}^\tau}} + \underline{\underline{\overline{F}_{и4}}} + \underline{\underline{\overline{G}_4}} + \underline{\underline{\overline{F}_{и5}}} + \underline{\underline{\overline{G}_5}} + \underline{\underline{\overline{F}_{C5}}} + \underline{\underline{\overline{R}_{05}}} = 0.$$

$$\|CD \qquad \qquad \qquad \perp OD$$

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения, например, формула (B.1).

1.2.4 Список использованных источников

В список включаются все использованные источники, сведения о которых располагают в порядке их упоминания в тексте.

Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку источников, выделенным двумя косыми чертами, например /5/. Примеры библиографического описания источников приведены на с. 14.

1.2.5 Приложение

Приложениями могут быть, например: графический материал, таблицы большого формата, расчеты, программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д. Приложение оформляют как продолжение документа на последующих его листах. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху по середине страницы слова "Приложение" и его обозначение. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ь, Ъ. После слова "Приложение" следует буква, обозначающая его последовательность. Если в документе одно приложение оно обозначается "Приложение А". Все приложения должны быть перечислены в содержании документа (при наличии) с указанием их номеров и заголовков.

2 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть проекта является иллюстративным материалом проекта, выполненным на основе расчетов, изложенных в расчетно-пояснительной записке. Графика листов проекта должна содержать всю необходимую информацию и выполняться в полном соответствии требованиям ЕСКД /2/.

2.1 Общие требования

Графическую часть проекта выполняют на 4-х листах формата А1 (594х841) ГОСТ 2.301–68. Надписи в листах выполняют стандартным шрифтом ГОСТ 2.304–81. Каждый лист должен иметь внешнюю рамку, выполненную тонкой линией на расстоянии 5 мм от кромки листа, внутреннюю рамку, выполненную сплошной основной линией на расстоянии 20 мм от левой стороны внешней рамки и на расстоянии 5 мм от остальных сторон. В правом нижнем углу внутренней рамки вдоль большой стороны размещают основную надпись, в левом верхнем углу размещают рамку (70х14) для номера задания (приложение Ж).

Основную надпись оформляют по ГОСТ 2.104-68. Рекомендации по оформлению основной надписи даны в приложение Ж.

Условные обозначения основных элементов кинематических схем по ГОСТ 2.703-68 и ГОСТ 2.770-68 даны в приложении К.

Согласно ГОСТ 2.201-80 нумерация курсового проекта принята по принципу присвоения номера, при котором обозначение документов проекта предусматривает их использование в пределах одной организации (СГАУ). Например, номер проекта ТММ.КП.018.001.007 представляет собой следующий кодификатор:

ТММ.КП.018.001.007

<u>Теория механизмов и машин, курсовой проект</u>			
<u>Номер задания (от 0 до 999)</u>			
<u>Номер варианта задания (от 0 до 999)</u>			
<u>Номер положения входного звена (от 0 до 999)</u>			

2.2 Лист 1. Кинематическое исследование механизма

Графика листа должна содержать:

Название листа в основной надписи

Кинематическое исследование механизма.

Номер проекта в основной надписи и в левом верхнем углу рамки

ТММ.КП.018.001.007.

Кинематическую схему механизма. Заданное положение входного звена и звеньев механизма выполняют основными линиями. Надпись:

Кинематическая схема механизма

$$\mu_\ell = 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}}.$$

Планы скоростей и планы ускорений механизма. Надписи:

Планы скоростей

$$\mu_v = 0,075 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}}.$$

Планы ускорений

$$\mu_a = 9 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}}.$$

Кинематические диаграммы. Надписи:

Кинематические диаграммы

$$\mu_\varphi = 0,0262 \frac{\text{рад}}{\text{мм}}.$$

Примерное графическое оформление листа 1 дано в приложении Л.

2.3 Лист 2. Кинетостатическое исследование механизма

Графика листа должна содержать:

Название листа в основной надписи:

Кинетостатическое исследование механизма.

Номер проекта в основной надписи и в левом верхнем углу рамки

ТММ.КП.018.001.007.

Схему механизма для заданного положения входного звена.
Надпись:

Кинематическая схема механизма

$$\mu_\ell = 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}}.$$

Индикаторную диаграмму (если дана в задании) с указанием определения нагрузки. Надпись:

Индикаторная диаграмма.

Структурные группы механизма, на каждой из которых показывают:

- главные векторы сил и моменты сил инерции;
- составляющие реакции;
- внешние нагрузки;
- плечи сил.

Надпись над группой:

Схема нагружения группы Ассура $2_{22}(4, 5)$

$$\mu_{\ell} = 0,002 \frac{\text{М}}{\text{мм}} .$$

Планы сил для структурных групп. Надпись:

Планы сил группы Асура $2_{22}(4, 5)$

$$\mu_F = 10 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} .$$

Входное звено механизма, на котором показывают:

- реакцию со стороны структурных групп;
- уравнивающий момент;
- плечи сил.

Надпись:

Схема нагружения входного звена

$$\mu_{\ell} = 0,002 \frac{\text{М}}{\text{мм}} .$$

График уравнивающего момента $M_{ур}$

$$\mu_{\varphi} = 0,0262 \frac{\text{рад}}{\text{мм}} .$$

Примерное графическое оформление листа 2 дано в приложении М.

2.4 Лист 3. Проектирование зубчатой передачи

Графика листа должна содержать:

Название листа в основной надписи

Проектирование зубчатой передачи.

Номер проекта в основной надписи и в левом верхнем углу рамки

ТММ.КП.018.001.007.

Чертеж зубчатого зацепления простой ступени:

- геометрические размеры колес;
- график удельных скольжений.

Надписи:

Геометрия зубчатого зацепления

$$\mu_{\ell} = 0,00025 \frac{\text{м}}{\text{мм}} .$$

График удельных скольжений

$$\mu_{\vartheta} = 0,1 \text{ мм}^{-1} .$$

Таблицу основных параметров зацепления, расположенную в правом верхнем углу листа, которая показана в Приложении Ж.

Схему редуктора с картинками линейных и угловых скоростей.
Надписи:

Кинематическая схема

$$\mu_{\ell} = 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}} .$$

План линейных скоростей

$$\mu_{\nu} = 0,4 \frac{\text{м/с}}{\text{мм}} .$$

План угловых скоростей

$$\mu_{\omega} = 4 \frac{1/\text{с}}{\text{мм}} .$$

Примерное графическое оформление листа 3 дано в приложении Н.

2.5 Лист 4. Проектирование кулачкового механизма

Графика листа должна содержать:

Название листа в основной надписи

Проектирование кулачкового механизма.

Номер проекта в основной надписи и в левом верхнем углу рамки

ТММ.КП.018.001.007.

Графики перемещений, аналогов скорости и аналогов ускорения толкателя. Надпись:

Диаграммы перемещений, аналогов скоростей и ускорений толкателя

$$\mu_s = 0,001 \frac{м}{мм}; \quad \mu_\varphi = 0,0087 \frac{рад}{мм};$$

$$\mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = 0,001 \frac{м}{мм};$$

$$\mu_{\frac{d^2s}{d\varphi^2}} = 0,01 \frac{м}{мм}.$$

Построения для определения минимального радиуса кулачка. Надпись:

Определение минимального радиуса кулачка

$$\mu_s = \mu_{\frac{ds}{d\varphi}} = 0,001 \frac{м}{мм}.$$

(для роликового толкателя).

Чертеж профиля кулачка. Надпись:

Построение профиля кулачка

$$\mu_\ell = 0,001 \frac{м}{мм}$$

График углов давления. Надпись:

График углов давления

$$\mu_\alpha = 0,0168 \frac{рад}{мм}; \quad \mu_\varphi = 0,0087 \frac{рад}{мм}.$$

Примерное графическое оформление листа 4 дано в приложении П.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к тестовым документам. – М.: Издательство стандартов, 1996. – 36 с.
2. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 44 с.
3. Стандарт предприятия СТП СГАУ 6.1.4–97. Общие требования к оформлению учебных текстовых документов. – Самар. аэрокосм. ун-т, Самара, 1997. – 18 с.
4. Сборник заданий на курсовой проект по ТММ. – Куйб. авиац. ин-т, Куйбышев, 1987. – 42 с.
5. Ястребов В.М., Кричевер М.Ф., Савинов А.П. ТММ в авиастроении: Учеб. пособие. – Самар. аэрокосм. ун-т, Самара, 1993. – 78 с.
6. Коробова Н.П., Журавлев В.И. Синтез плоских кулачковых механизмов: Учеб. пособие. – М.: МАИ, 1992. – 40 с.
7. Тукмаков В.П. Исследование рычажного и зубчатого механизмов: Метод. указания. – Самар. аэрокосм. ун-т, Самара, 2004. – 32 с.
8. Чертежно-конструкторский редактор КОМПАС–ГРАФИК. Руководство пользователя. – Санкт–Петербург: АО АСКОН, 2002. – 330 с.

П Р И Л О Ж Е Н И Е А

Пример оформления титульного листа

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева

Кафедра основ конструирования машин

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по теории механизмов и машин

Задание № ТММ.КП.018.001.007

Студент
Группа
Руководитель проекта

Самара 2005

П Р И Л О Ж Е Н И Е Б

Пример оформления задания на курсовой проект

КАФЕДРА ОСНОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАШИН

Задание на курсовой проект студенту Иванову А.И.

по «теории механизмов и машин» № ТММ.КП.018.001.007

Содержание задания

1. Кинематическое исследование рычажного механизма.
2. Кинетостатическое исследование механизма.
3. Проектирование зубчатой передачи.
4. Проектирование кулачкового механизма.

Исходные данные

Исходные данные принимают согласно номеру задания из сборника заданий кафедры ОКМ /4/.

Перечень и объем графических и текстовых документов

Кинематическое исследование механизма	1 л. А1.
Кинетостатическое исследование механизма	1 л. А1.
Проектирование зубчатой передачи	1 л. А1.
Проектирование кулачкового механизма	1 л. А1.
Расчетно-пояснительная записка	25-35 л. А4.

Календарный план выполнения работ устанавливает кафедра ОКМ.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Пример оформления исходных данных на курсовой проект

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

К разделам 1, 2

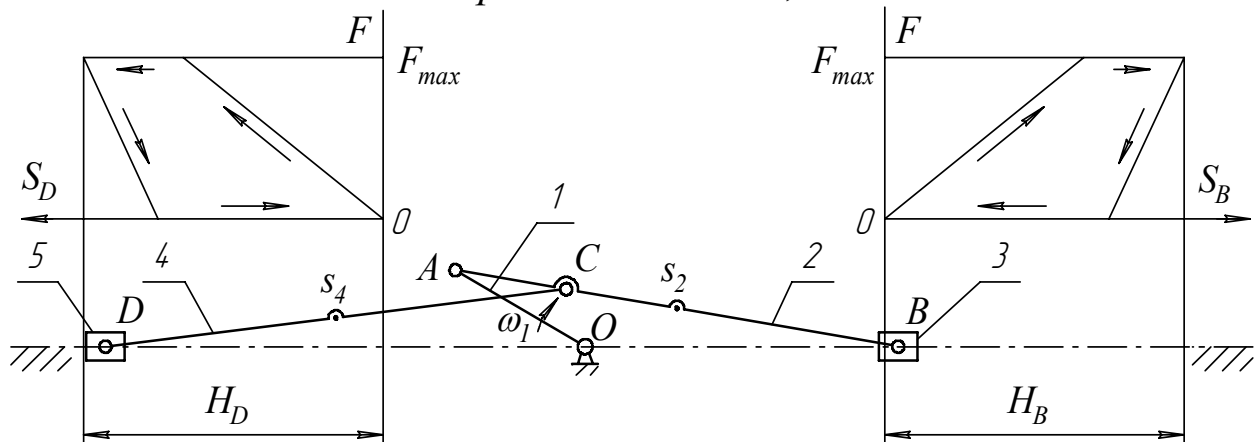


Рисунок В1 – Схема компрессора

$T = 0,05$ с; $\ell_{OA} = 0,1$ м, $\ell_{AB} = 0,3$ м, $\ell_{AC} = 0,075$ м, $\ell_{CD} = 0,31$ м; $\ell_{AS_2} = 0,15$ м;
 $\ell_{CS_4} = 0,155$; $m_1 = 0$ кг; $m_2 = 1,5$ кг, $m_3 = 0,6$ кг; $m_4 = 1,55$ кг; $m_5 = 0,6$ кг;
 $F_{max} = 2000$ Н; $J_{S_2} = 0,0135$ кг·м²; $J_{S_4} = 0,015$ кг·м²; $d_{ц} = 50 - 60$ мм; $f = 0,1 - 0,15$.

К разделу 3

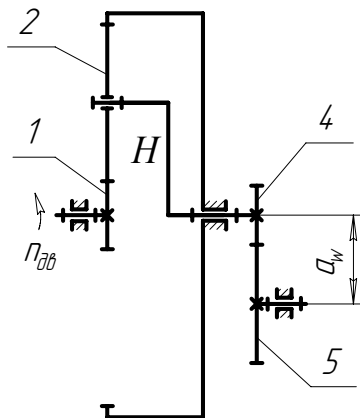


Рисунок В2 – Схема редуктора

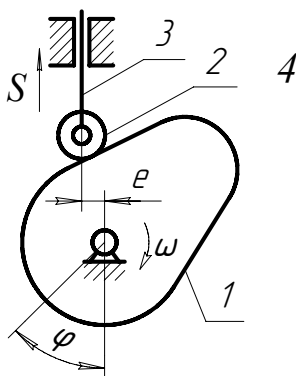
$n_{дв} = 4200$ об/мин;

для простой ступени: $\alpha_w = 130$ мм; $m_{пр} = 6,0$ мм;

$i_{45} = 2,0$; $\alpha = 20^\circ$; $h_a^* = 1$; $c^* = 0,25$;

для планетарной ступени: $m_{пл} = 5,0$ мм; $x = 0$.

К разделу



Закон движения толкателя

$$\frac{d^2 S}{d\varphi^2} = a \cos \frac{\pi}{\varphi_y} \varphi;$$

$\varphi_y = 30^\circ$; $\varphi_d = 20^\circ$; $\varphi_b = 60^\circ$;

$h = 15$ мм; $\gamma_{min} = 60^\circ$.

Рисунок В3 – Схема кулачкового механизма

П Р И Л О Ж Е Н И Е Г
Пример оформления реферата

Р Е Ф Е Р А Т

Курсовой проект.

Пояснительная записка: 30 стр., 1 рис., 5 табл., 4 источника

Графическая документация: 4 листа А1.

КОМПРЕССОР, КИНЕМАТИКА, ДИНАМИКА, АНАЛИЗ,
РЕДУКТОР, ЗАЦЕПЛЕНИЕ, МЕХАНИЗМ КУЛАЧКОВЫЙ

В курсовом проекте выполнен структурный, кинематический и силовой анализы механизма воздушного компрессора.

По заданной схеме и параметрам проведен подбор чисел зубьев колес редуктора, расчет геометрических параметров зацепления простой ступени редуктора и его качественных показателей.

Выполнено проектирование кулачкового механизма.

П Р И Л О Ж Е Н И Е Д

Пример оформления содержания записки

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	6
1 КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА	8
1.1 Планы положений	8
1.2 Структурный анализ	8
1.3 Планы скоростей	9
1.4 Планы ускорений	10
1.5 Кинематические диаграммы	11
1.6 Сравнительный анализ результатов	12
2 КИНЕТОСТАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА	13
2.1 Определение нагрузок механизма	13
2.2 Кинетостатика структурных групп	13
2.3 Кинетостатика входного звена	17
2.4 Сравнительный анализ результатов	18
2.5 Потери на трение и КПД механизма	19
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ	20
3.1 Передаточные отношения	20
3.2 Расчет простой ступени	20
3.2.1 Подбор чисел зубьев простой ступени	20
3.2.2 Расчет геометрии зацепления	21
3.2.3 Определение качественных показателей зацепления	23
3.3 Расчет планетарной ступени	24
3.3.1 Подбор чисел зубьев планетарной ступени	25
3.3.2 Проверка передаточного отношения и условий соосности, соседства и сборки	26
3.4 Линейные и угловые скорости передачи	27
3.5 Сравнительный анализ результатов и КПД передачи	28
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА	29
4.1 Схема механизма	29
4.2 Аналитическое описание закона движения ведомого звена и построение диаграмм	29
4.3 Определение основных размеров кулачкового механизма	30
4.4 Построение профиля кулачка и графика углов давления	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	
32	
ПРИЛОЖЕНИЯ	33

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Пример оформления перечня условных обозначений

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Раздел 1. Кинематическое исследование механизма

n – частота вращения входного звена, об/мин;

T – время оборота входного звена, с;

ℓ – длина звена, м;

H – ход поршня, м;

ω – угловая скорость звена, рад/с;

V – линейная скорость точки, м/с;

a – ускорение точки, м/с²;

ε – угловое ускорение звена, рад/с²;

μ_ℓ – масштаб плана положений, м/мм;

μ_V – масштаб плана скоростей, м·с⁻¹/мм;

μ_W – масштаб плана ускорений, м·с⁻²/мм;

μ_ϕ – масштаб угла поворота, рад/мм;

Δ_V – погрешность скорости, %;

Δ_a – погрешность ускорения, %.

Раздел 2. Кинетостатическое исследование механизма

m – масса звена, кг;

G – сила тяжести, Н;

J_S – момент инерции звена, кг·м²;

$F_{\text{И}}$ – главный вектор сил инерции, Н;

$T_{\text{И}}$ – главный момент сил инерции, Н·м;

μ_F – масштабный коэффициент плана сил, Н/мм;

R_{ij} – реакция связи i -го звена на звено j , Н;

$F_{\text{ур}}$ – уравнивающая сила, Н;

$M_{\text{ур}}$ – уравнивающий момент, Н·м;

F_{max} – максимальная сила сопротивления, Н;

h – плечо силы инерции, м;

t – время, с;

f – коэффициент трения;

P – мощность, Вт;

η – КПД.

Раздел 3. Проектирование зубчатой передачи

i – передаточное отношение;

ω – угловая скорость, рад/с;

a_w – межосевое расстояние, м;

a_n – число сателлитов;

z – число зубьев колеса (шестерни);
 α_w – угол зацепления, град;
 α – угол профиля зубьев колеса (шестерни), град;
 d – диаметр делительной окружности колеса, м;
 d_a – диаметр вершин зуба, м;
 d_b – диаметр основной окружности, м;
 d_w – диаметр начальной окружности, м;
 d_f – диаметр окружности впадин, м;
 μ_ℓ – масштаб кинематической схемы редуктора, м/мм;
 μ_v – масштаб плана линейных скоростей, м·с⁻¹/мм;
 μ_ω – масштаб плана угловых скоростей, с⁻¹/мм;
 x – коэффициент смещения исходного контура;
 S – толщина зуба по делительной окружности, м;
 m – модуль зацепления, м;
 h_a^* – коэффициент высоты головки зуба;
 h_a – высота головки зуба, м;
 h_f – высота ножки зуба, м;
 c^* – коэффициент радиального зазора;
 c – радиальный зазор, м;
 ε – коэффициент перекрытия;
 φ_α – угол торцевого перекрытия, град;
 η – КПД редуктора;
 Δ – погрешность;
 v – удельное скольжение;
 ρ – радиус кривизны эвольвенты, м.

Раздел 4. Проектирование кулачкового механизма

h – ход толкателя, мм;
 φ_y – угол удаления, град;
 φ_B – угол возвращения, град;
 φ_D – угол дальнего стояния, град;
 e – эксцентриситет, м;
 r_0 – радиус начальной шайбы, м;
 ρ_{\min} – допустимый радиус кривизны профиля кулачка, м;
 $r_{\text{рол}}$ – радиус ролика толкателя, м;
 ℓ – длина направляющей ведомого звена, м;
 L – расстояние от оси кулачка до направляющей ведомого звена, мм;
 α – угол давления, град.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
Оформление листа

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> ТММ.КП.018.001.007 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 1/4 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 70 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 10 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 20 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 10 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 20 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 20 </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Зубчатый венец</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Модуль</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Число зубьев</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Исходный контур ГОСТ 13755-81</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Длина общей нормали</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Коэффициент смещения</div> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">m</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">z</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">α</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">h_a[*]</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">c[*]</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">W</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x</div> </div> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 5 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 6 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 14 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 20° </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 1,0 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 0,25 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 59,768 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 0,5624 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Зубчатый венец</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Модуль</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Число зубьев</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Исходный контур ГОСТ 13755-81</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Длина общей нормали</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Коэффициент смещения</div> </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">-</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">m</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">z</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">α</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">h_a[*]</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">c[*]</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">W</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">x</div> </div> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 5 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 6 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 14 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 20° </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 1,0 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 0,25 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 59,768 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;"> 0,5624 </div>						
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ТММ.КП.018.001.007 </div>							
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Название раздела курсового проекта </div>							
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> СТАУ каф. ОКМ зр 232 </div>							

П Р И Л О Ж Е Н И Е К
Пример оформления элементов схем задания

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
ЭЛЕМЕНТОВ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ



Вал, ось, шатун



Неподвижное звено (стойка)



Вращательная кинематическая пара



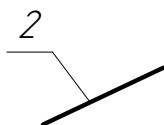
Поступательная кинематическая пара



Прямолинейное движение



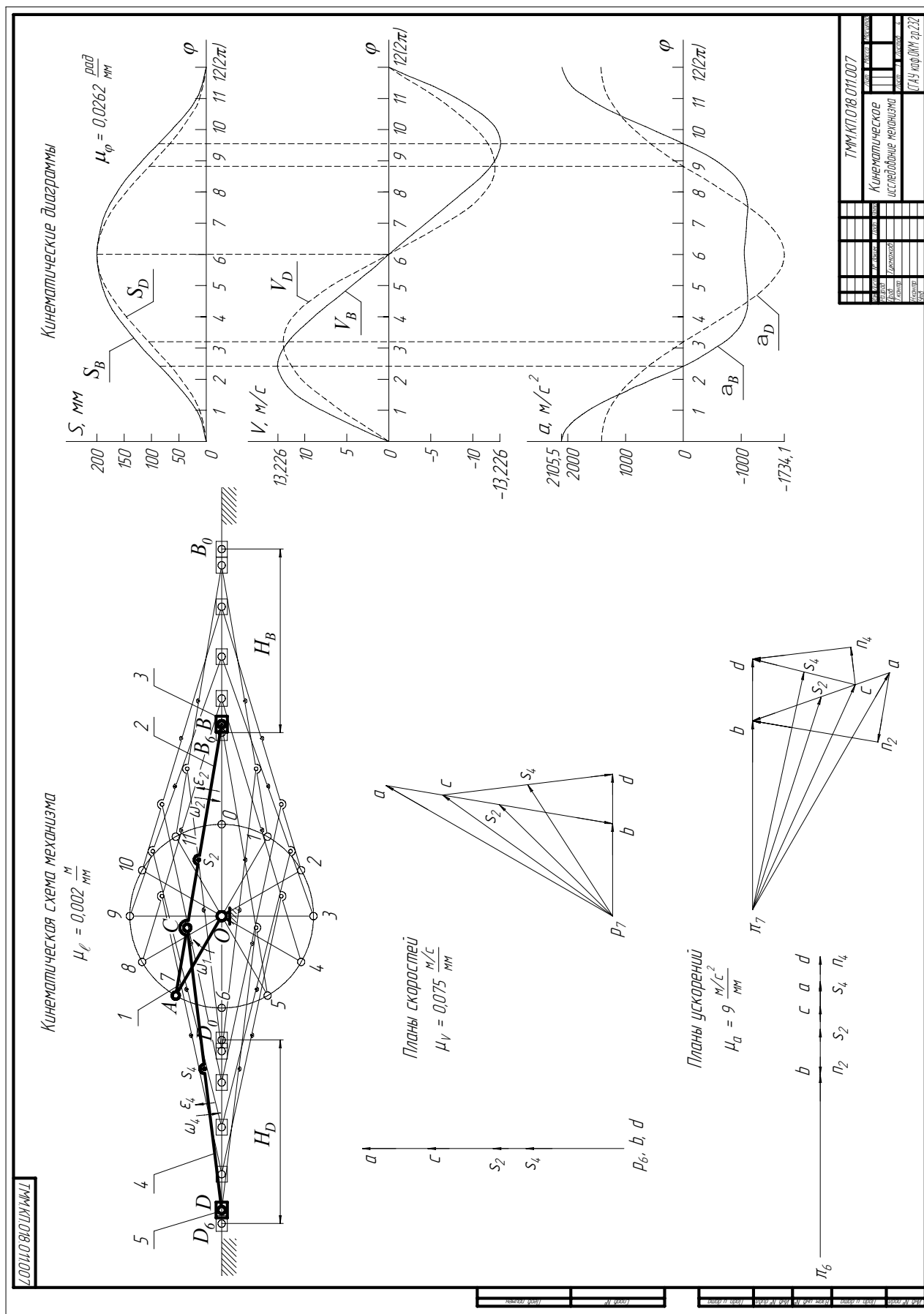
Вращательное движение в плоскости чертежа



Номер звена

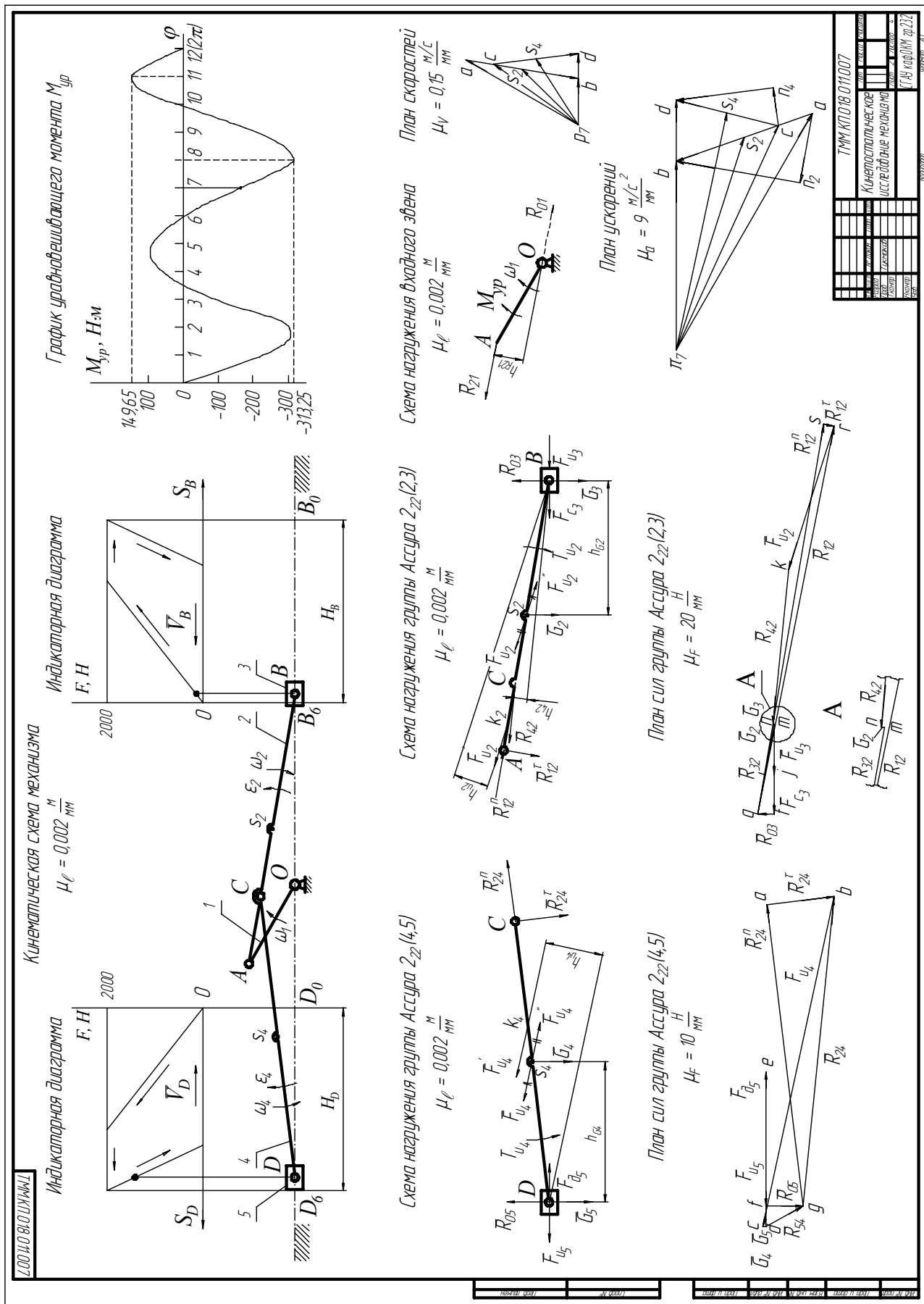
ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Лист 1. Кинематическое исследование механизма



ПРИЛОЖЕНИЕ М

Лист 2. Кинетостатическое исследование механизма



ПРИЛОЖЕНИЕ П



Лист 4. Проектирование кулачкового механизма

