

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет)»

**ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
ПО ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**

*Методические указания*

Самара 2014

Составители: *Н.П. Коробова, В.П. Тукмаков, В.И. Журавлёв*

УДК 621.01 (075)

**Оформление курсового проекта по теории механизмов и машин:** метод. указания / сост. *Н.П. Коробова, В.П. Тукмаков, В.И. Журавлёв.* – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2014. – 32 с.

Методические указания содержат требования к содержанию и оформлению курсового проекта по теории механизмов и машин в соответствии со стандартом организации СТО СГАУ 02068410-004-2007 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.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва.

Рецензент С.В. Фалалеев

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Оформление расчетно-пояснительной записки	4
1.1 Общие требования	4
1.2 Основная часть документа	6
1.2.1 Оформление иллюстраций	6
1.2.2 Построение таблиц	7
1.2.3 Оформление формул	8
1.2.4 Список использованных источников	9
1.2.5 Приложение	9
2 Оформление графической части	10
2.1 Общие требования	10
2.2 Лист 1. Кинематическое исследование механизма	11
2.3 Лист 2. Кинетостатическое исследование механизма	12
2.4 Лист 3. Проектирование зубчатой передачи	13
2.5 Лист 4. Проектирование кулачкового механизма	14
Список использованных источников	16
Приложения	17
Приложения А Пример оформления титульного листа	17
Приложения Б (лист 1). Пример оформления задания на курсовой проект	18
Приложения Б (лист 2, 3). Пример оформления задания на курсовой проект	19
Приложения Б (лист 4). Пример оформления элементов схем задания	21
Приложения В. Пример оформления реферата	22
Приложения Г. Пример оформления перечня обозначений	23
Приложения Д. Пример оформления содержания записки	26
Приложения К. Пример оформления листа	27
Приложения Л. Лист 1. Кинематическое исследование механизма	28
Приложения М. Лист 2. Кинетостатическое исследование механизма	29
Приложения Н. Лист 3. Проектирование зубчатой передачи	30
Приложения П. Лист 4. Проектирование кулачкового механизма	31

# 1 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Учебными текстовыми документами являются документы, выполняемые в учебных целях. Примерами учебных текстовых документов являются пояснительные записки к курсовым и дипломным проектам и т.п.

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.

Наименование структурных элементов служат их заголовками. Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать ПРОПИСНЫМИ буквами, не подчеркивая. *Например* – ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ и т.д.

## 1.1 Общие требования

Расчётно-пояснительная записка выполняется на одной стороне листа белого цвета формата А4 (210x297) без рамки. Основным способом выполнения подлинника учебного текстового документа является компьютерный набор с использованием печатающих и графических устройств вывода.

При наборе записки в текстовом редакторе MS Word размер шрифта рекомендуется 14 пт, текст печатается через один интервал.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования на определённых терминах, формулах и т.д., применяя шрифты разной гарнитуры.

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

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

Пример оформления *титульного листа* приведён в Приложении А, *задания* – в Приложении Б (лист 1 и 2). 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 листов, 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 ПРОПИСНЫМИ буквами в строку через запятые. В тексте реферата должна быть отражена сущность выполненной работы. Пример оформления реферата приведён в Приложении В.

*Содержание* включает перечень условных обозначений, введение, наименование всех разделов, подразделов, заключение, список использованных источников, приложения с указанием страниц, с которых начинаются эти наименования. 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 перечня условных обозначений приведён в Приложении Г, содержания приведён в Приложении Д.

## 1.2 Основная часть документа

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

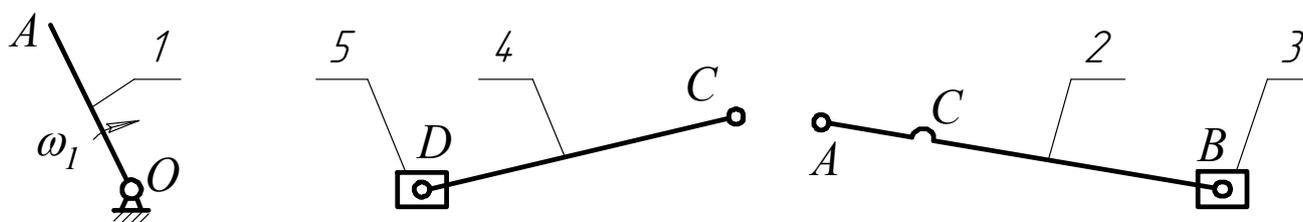
Текст основной части документа разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные ПРОПИСНЫМИ буквами с абзачного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделённых точкой. В конце номера подраздела точка не ставится, например: «2.3». Заголовки следует 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 проставляются в середине нижней части листа без точки.

### 1.2.1 Оформление иллюстраций

Иллюстрации являются дополнением текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа, так в приложениях. Иллюстрации следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованием стандартов ЕСКД. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1". Ссылку в тексте на рисунок записывают следующим образом: рисунок 3.

Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом:



Механизм 1-го класса

Группа Ассура  $2_{22}$

Группа Ассура  $2_{22}$

Рисунок 1 – Схема разложения механизма

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 (подрисовочный текст).

### 1.2.2 Построение таблиц

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Таблицу следует располагать в документе непосредственно после текста, в котором она впервые упоминается, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в документе. 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	$\omega_2$ , 1/с	$\omega_4$ , 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, верхний и нижний индекс располагаются друг под другом, результат расчёта дается с указанием размерности. Обозначения единиц применяют только после чисел и помещают в одну строку с цифрами и в конце ставят точку.

Например:

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

Формулы следует выделять отдельной строкой. Выше и ниже формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки.

Если формула не умещается в одну строку, то она должна быть перенесена на следующую строку после математических знаков, причем этот знак повторяется в начале следующей строки. При переносе формулы на знаке означающем умножение, применяется только символ (x).

Точку как знак умножения не ставят 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:

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

Векторные уравнения в записке записываются следующим образом:

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

||BO   ||OA   ||BA   ⊥ BA

$$\overline{R}_{24}^n + \overline{R}_{24}^\tau + \overline{F}_{и4} + \overline{G}_4 + \overline{F}_{и5} + \overline{G}_5 + \overline{F}_{с5} + \overline{R}_{05} = 0.$$

$$\parallel CD \quad \perp OD$$

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках. *Например* – в формуле (5). Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, которые разделяются точкой. *Например* – формула (3.1).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения. *Например* – формула (В.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, например [5].

Примеры библиографического описания источников приведены в приложении Г.

#### 1.2.5 Приложение

Приложениями могут быть, например: графический материал, таблицы большого формата, расчёты, 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, Ъ, Ы. 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 расчётов, 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 (594x841) 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 (70x14) для номера задания (Приложение К).

Основную надпись оформляют по ГОСТ 2.104-68. Рекомендации по оформлению основной надписи даны в Приложение К.

Условные обозначения основных элементов кинематических схем по ГОСТ 2.703-68 и ГОСТ 2.770-68 даны в Приложении Б (лист 3).

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

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

## 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*

$$\mu_l = 0,002 \frac{м}{мм} .$$

Планы скоростей и планы ускорений механизма. Надписи:

*Планы скоростей*

$$\mu_v = 0,075 \frac{м/с}{мм} .$$

*Планы ускорений*

$$\mu_w = 9 \frac{м/с^2}{мм} .$$

Кинематические диаграммы. Надписи:

*Кинематические диаграммы точки В*

$$\mu_t = 0,0006 \frac{с}{мм}; \mu_s = 0,002 \frac{м}{мм}; \mu_v = 0,2232 \frac{м/с}{мм}; \mu_w = 26,85 \frac{м}{мм} .$$

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, на которой должны быть нанесены внешние нагрузки механизма.

Надпись:

*Схема нагружения механизма*

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

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

*Индикаторная диаграмма*

$$\mu_F = 32 \frac{\text{Н}}{\text{мм}} .$$

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 Ассурова 2<sub>22</sub>(4, 5)*

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

Планы сил для структурных групп. Надпись:

*Планы сил группы Ассурова. 2<sub>22</sub>(4, 5)*

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

Входное звено механизма, на котором показывают:

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

Надпись:

*Схема нагружения входного звена*

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

Повернутый на 90° план скоростей механизма, на котором обозначают:

- внешние нагрузки механизма;
- силы инерции звеньев;
- плечи сил;
- уравновешивающую силу.

Надпись:

*Рычаг Жуковского.*

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 Б (лист 3).

Схему редуктора с картинками линейных и угловых скоростей. Надписи:

*Кинематическая схема*

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

*Картина распределения линейных скоростей*

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

*Картина угловых скоростей*

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

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*

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

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

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

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 [Текст] – М.: Издательство стандартов, 1996. – 36 с.
- 2 ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам [Текст] – М.: Издательство стандартов, 1974. – 44 с.
- 3 СТО СГАУ 02068410-004-2007. Общие требования к учебным текстовым документам [Текст] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 34 с.
- 4 Савинов А.П. Сборник заданий на курсовой проект по теории механизмов и машин [Текст]: метод. указания / А.П. Савинов, Н.П. Коробова, Ж.Е. Шум. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2008. – 42 с.
- 5 Савинов А.П. Теория механизмов и машин в авиастроении [Текст]: учебное пособие / А.П. Савинов, Н.П. Коробова – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2008. – 160 с.
- 6 Тукмаков, В.П. Исследование рычажного и зубчатого механизма [Текст]: метод. указания / В.П. Тукмаков. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2014. – 32 с.
- 7 Чертежно-конструкторский редактор КОМПАС-3D V14. [Руководство пользователя]: – СПб: АО АСКОН, 2013. – 2564 с.

П Р И Л О Ж Е Н И Е А  
*Пример оформления титульного листа*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет)»

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 2014

П Р И Л О Ж Е Н И Е Б (лист 1)  
*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

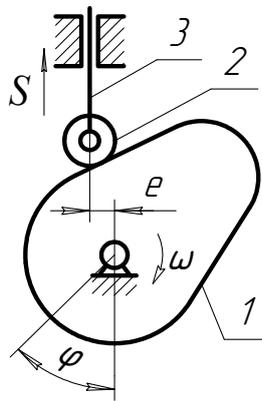
Кинематическое исследование механизма	1 л. А1.
Кинетостатическое исследование механизма	1 л. А1.
Проектирование зубчатой передачи	1 л. А1.
Проектирование кулачкового механизма	1 л. А1.
Расчетно-пояснительная записка	25-30 л. А4.

Календарный план выполнения работ устанавливает кафедра ОКМ.



ПРИЛОЖЕНИЕ Б (лист 3)

К разделу 4



Закон движения толкателя

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

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

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

Рисунок Б3 – Схема кулачкового механизма

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (ЛИСТ 4)  
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

П Р И Л О Ж Е Н И Е В  
*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, КУЛАЧОК

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

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

Выполнено проектирование кулачкового механизма.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г (лист 1)

*Пример оформления перечня типовых обозначений*

### ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

#### Раздел 1 Кинематическое исследование механизма

$n$  – частота вращения входного звена, об/мин;

$T$  – время оборота входного звена, с;

$\ell$  – длина звена, м;

$H$  – ход поршня, м;

$\omega$  – угловая скорость звена, рад/с;

$V$  – линейная скорость точки, м/с;

$W$  – ускорение точки, м/с<sup>2</sup>;

$\varepsilon$  – угловое ускорение звена, рад/с<sup>2</sup>;

$\mu_\ell$  – масштабный коэффициент плана положений, м/мм;

$\mu_V$  – масштабный коэффициент плана скоростей, м·с<sup>-1</sup>/мм;

$\mu_W$  – масштабный коэффициент плана ускорений, м·с<sup>-2</sup>/мм;

$\mu_\varphi$  – масштабный коэффициент угла поворота, рад/мм;

$\Delta_V$  – погрешность скорости, %;

$\Delta_W$  – погрешность ускорения, %.

#### Раздел 2 Кинетостатическое исследование механизма

$m$  – масса звена, кг;

$G$  – сила тяжести, Н;

$J_S$  – момент инерции звена, кг·м<sup>2</sup>;

$F_{и}$  – главный вектор сил инерции, Н;

$T_{и}$  – главный момент сил инерции, Н·м;

$\mu_F$  – масштабный коэффициент плана сил, Н/мм;

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

$F_{ур}$  – уравновешивающая сила, Н;

$M_{ур}$  – уравновешивающий момент, Н·м;

$F_{max}$  – максимальная сила сопротивления, Н;

$h$  – плечо силы инерции, м;

$t$  – время, с;

$f$  – коэффициент трения;

$P$  – мощность, Вт;

$\eta$  – КПД.

## П Р И Л О Ж Е Н И Е Г (лист 2)

### Раздел 3 Проектирование зубчатой передачи

- $u$  – передаточное отношение;
- $\omega$  – угловая скорость, рад/с;
- $D_w$  – межосевое расстояние, м;
- $a_n$  – число сателлитов;
- $z$  – число зубьев колеса (шестерни);
- $\alpha_w$  – угол зацепления, град;
- $\alpha$  – угол профиля зубьев колеса (шестерни), град;
- $d$  – диаметр делительной окружности колеса, м;
- $d_a$  – диаметр головки зуба, м;
- $d_b$  – диаметр основной окружности, м;
- $d_w$  – диаметр начальной окружности, м;
- $d_f$  – диаметр окружности впадин, м;
- $\mu_\ell$  – масштабный коэффициент кинематической схемы редуктора, м/мм;
- $\mu_v$  – масштабный коэффициент картины линейных скоростей, м·с<sup>-1</sup>/мм;
- $\mu_\omega$  – масштабный коэффициент картины угловых скоростей, с<sup>-1</sup>/мм;
- $x$  – коэффициент смещения исходного контура;
- $s$  – толщина зуба по делительной окружности, м;
- $m$  – модуль зацепления, м;
- $h_a$  – высота головки зуба, м;
- $h_f$  – высота ножки зуба, м;
- $c$  – радиальный зазор, м;
- $\varepsilon$  – коэффициент перекрытия;
- $\varphi_\alpha$  – угол торцевого перекрытия, град;
- $\eta$  – КПД редуктора;
- $\Delta$  – погрешность;
- $\nu$  – удельное скольжение;
- $\rho$  – радиус кривизны эвольвенты, м.

## П Р И Л О Ж Е Н И Е Г (лист 3)

### Раздел 4 Проектирование кулачкового механизма

$h$  – ход толкателя, мм;

$\varphi_y$  – угол удаления, град;

$\varphi_B$  – угол возвращения, град;

$\varphi_d$  – угол дальнего стояния, град;

$e$  – эксцентриситет, м;

$r_0$  – радиус начальной шайбы, м;

$\rho_{\min}$  – допустимый радиус кривизны профиля кулачка, м;

$r_{\text{рол}}$  – радиус ролика толкателя, м;

$\ell$  – длина направляющей ведомого звена, м;

$L$  – расстояние от оси кулачка до направляющей ведомого звена, мм;

$\alpha$  – угол давления, град;

$a$  – максимальный аналог ускорения, м;

$b$  – максимальный аналог скорости, м.

П Р И Л О Ж Е Н И Е Д  
*Пример оформления о содержания записки*  
С О Д Е Р Ж А Н И Е

Перечень условных обозначений

- 1 Кинематическое исследование механизма
  - 1.1 Схема механизма и исходные данные
  - 1.2 Структурный анализ механизма
  - 1.3 Планы скоростей
  - 1.4 Планы ускорений
  - 1.5 Построение кинематических диаграмм
  - 1.6 Сравнительный анализ результатов
- 2 Кинетостатическое исследование механизма
  - 2.1 Схема механизма и исходные данные
  - 2.2 Определение внешних нагрузок
  - 2.3 Определение сил инерции и моментов сил инерции звеньев
  - 2.4 Расчёт структурных групп Ассура
  - 2.5 Расчёт входного звена
  - 2.6 Рычаг Жуковского и сравнительный анализ результатов
  - 2.7 Потери мощности на трение и КПД механизма
- 3 Проектирование зубчатой передачи
  - 3.1 Схема редуктора и исходные данные
  - 3.2 Определение передаточных отношений
  - 3.3 Расчёт простой передачи
    - 3.3.1 Подбор чисел зубьев колёс
    - 3.3.2 Расчёт геометрии зацепления
    - 3.3.3 Определение качественных показателей зацепления
  - 3.4 Расчёт планетарной передачи
    - 3.4.1 Подбор чисел зубьев колёс
    - 3.4.2 Проверка передаточного отношения и условий соосности, сборки и соседства
  - 3.5 Линейные и угловые скорости звеньев редуктора. Сравнительный анализ результатов
  - 3.6 Определение КПД редуктора
- 4 Проектирование кулачкового механизма
  - 4.1 Схема механизма и исходные данные
  - 4.2 Аналитическое описание закона движения ведомого звена и построение диаграмм
  - 4.3 Определение основных размеров кулачкового механизма
  - 4.4 Построение профиля кулачка и графика углов давления

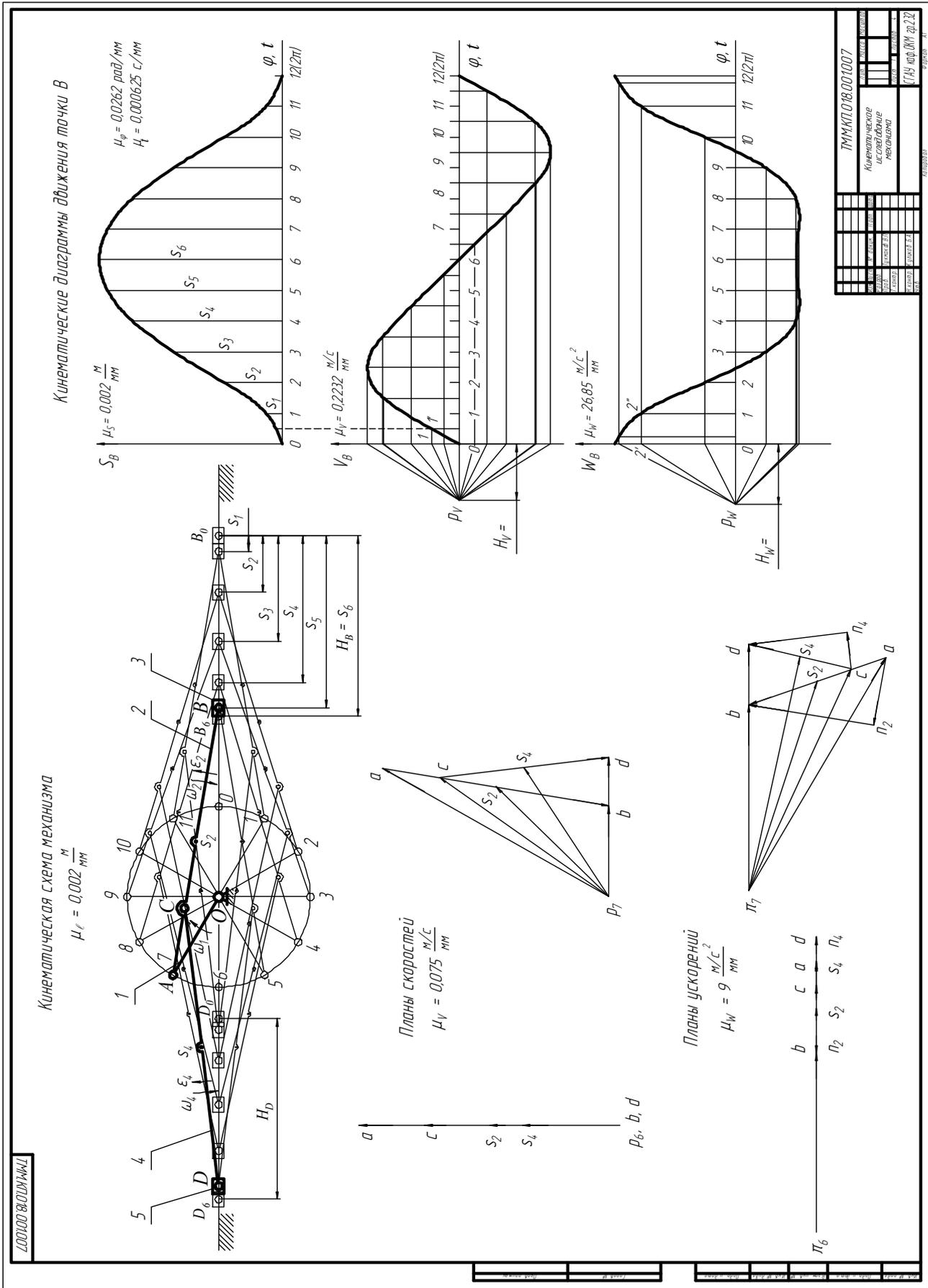
Приложения

# ПРИЛОЖЕНИЕ К Оформление листа

ТММ.КП.018.001.007 70	14	20	10	20	20
Зубчатый венец Модуль Число зубьев Исходный контур ГОСТ 13755-81 Длина общей нормали Коэффициент смещения	- m z α h <sub>a</sub> <sup>*</sup> c <sup>*</sup> W x	4 6 14 20° 1,0 0,25 29,453 0,1765	5 6 28 20° 1,0 0,25 59,768 0,5624	110	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>80</span> <span>185</span> </div>					
ТММ.КП.018.001.007 70	ТММ.КП.018.001.007				
Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №
Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	Название раздела Курсового проекта				
Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инд. № Инд. № дубл. Инд. № Инд. инд. №	СТАУ каф. ОКМ зр. 232				
Колорада АЗ					

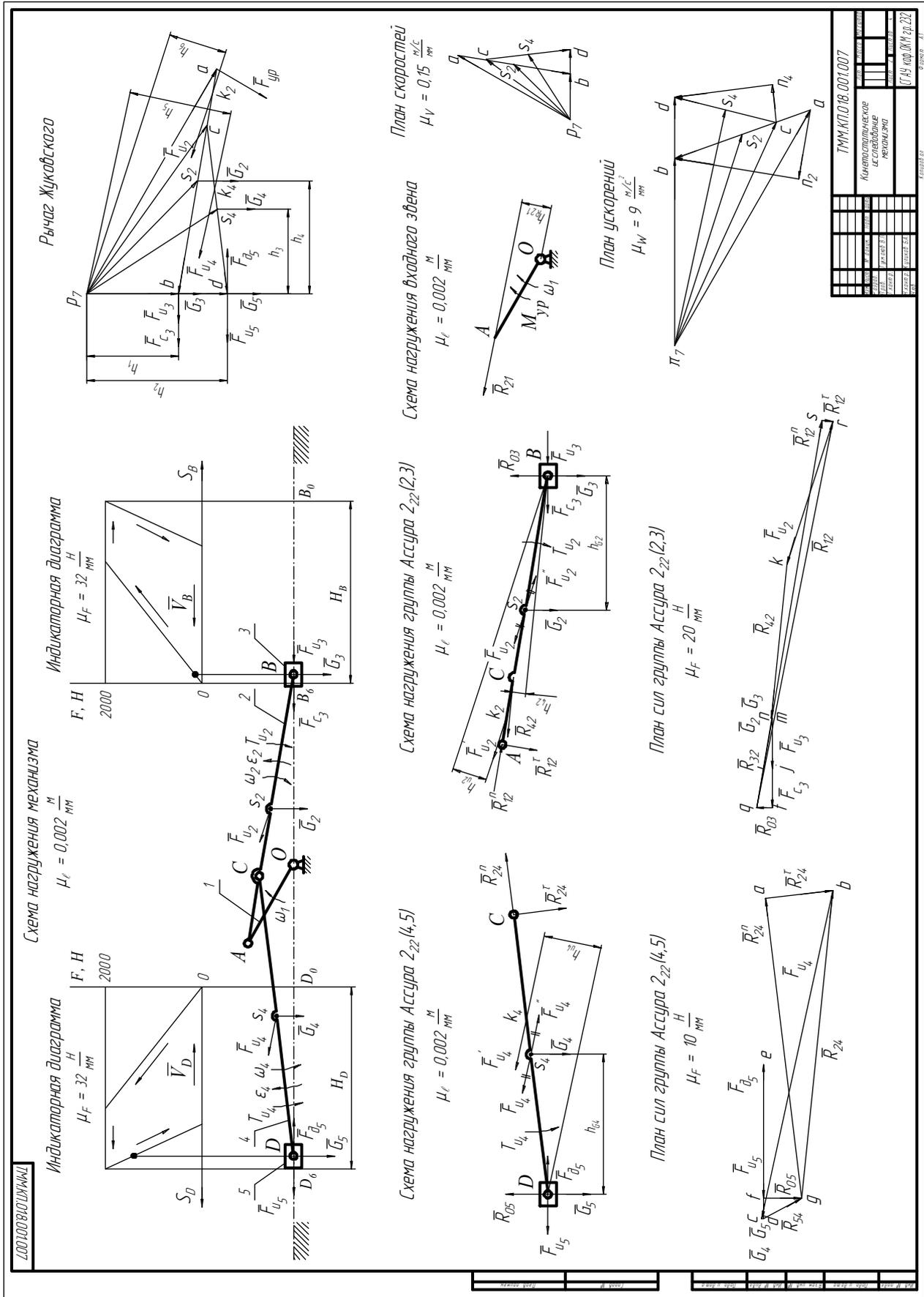
# ПРИЛОЖЕНИЕ Л

## Лист 1. Кинематическое исследование механизма



# ПРИЛОЖЕНИЕ М

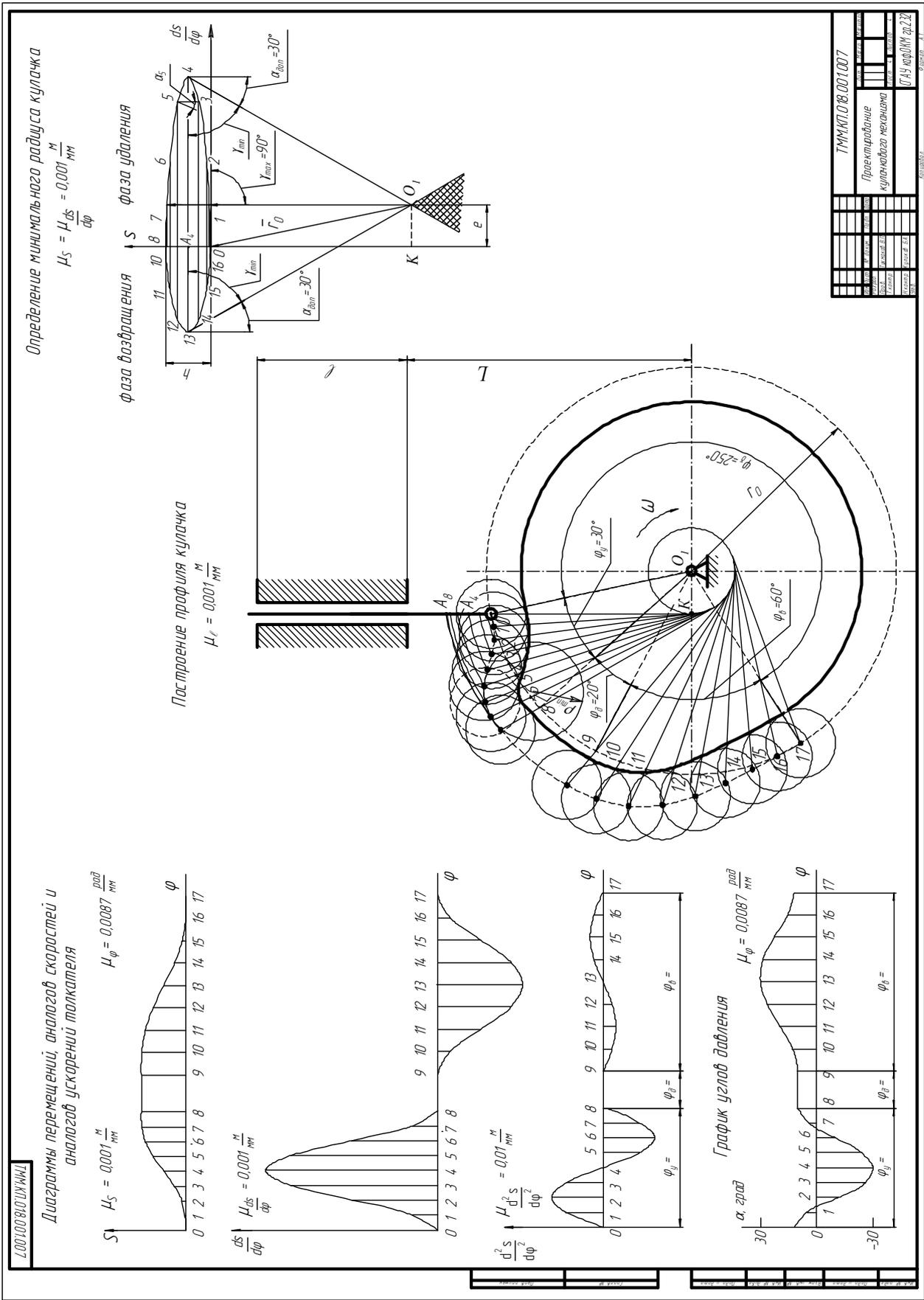
## Лист 2. Кинестатическое исследование механизма





# ПРИЛОЖЕНИЕ П

## Лист 4. Проектирование кулачкового механизма



ТММКО.08.001.007	
Исполнитель	Проверка
Проектирование	Кулачкового механизма
Масштаб	1:1
Лист	из 2
Курс	2022
Группа	2022
Фамилия	И.И.
Имя	И.И.
Отчество	И.И.
Дата	2022
Подпись	И.И.И.
Дата	2022

