

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

Кафедра автоматизированного оборудования
машиностроительного производства

**СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ
ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольных работ
для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных
производств» (профиль «Металлообрабатывающие
станки и комплексы»)
заочной формы обучения

Воронеж 2022

УДК 621.681.3(07)
ББК 30.32.97я7

Составитель канд. техн. наук А. В. Демидов

Системы компьютерной поддержки инженерных решений: методические указания к выполнению контрольных работ для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») заочной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. В. Демидов. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. 17 с.

Методические указания направлены на изучение вопросов автоматизированного проектирования и конструирования механических систем, теоретические зависимости и алгоритмы, правила разработки рабочей документации на ЭВМ.

Предназначены для выполнения контрольных работ по дисциплине «Системы компьютерной поддержки инженерных решений» для студентов 3 курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ СКПИР КР.2022.pdf.

Ил. 12. Табл. 5. Библиогр.: 5 назв.

УДК 621.681.3(07)
ББК 30.32.97я7

Рецензент – М. И. Попова, канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

ВВЕДЕНИЕ

Под термином «Системы компьютерной поддержки инженерных решений» понимается совокупность исследований, предназначенных для проверки работоспособности, определенных эксплуатационных характеристик проектируемых изделий, а также существующих конструкций, оборудования при заданных условиях.

Инженерный компьютерный анализ в процессе создания нового изделия позволяет спрогнозировать поведение системы и с минимальными затратами времени сопоставить ряд различных альтернативных конструкторских решений. В результате снижается объем экспериментальной отработки и доводки изделия, повышается его качество, а сам процесс проектирования ускоряется и удешевляется.

С каждым годом роль систем компьютерной поддержки инженерных решений при разработке новых изделий растет и, в конечном счете, они должны стать неотъемлемой и органичной частью любого процесса проектирования. Это предполагает тесную взаимосвязь между модулями геометрического моделирования и инженерного анализа компьютерных систем проектирования с тем, чтобы выполнение соответствующих расчетов и моделирования стало для рядового проектировщика таким же обычным и рутинным делом, как создание трехмерной модели или выпуск чертежей.

Роль компьютерной поддержки инженерных решений при принятии проектных решений постепенно меняется. На смену существующей практике, когда инженерный анализ в лучшем случае используется лишь для проверки уже детально разработанного проекта (с проработанной геометрией и трехмерной моделью), приходят системы, в которых предварительный расчетный анализ и моделирование позволяют найти оптимальные проектные (в том числе геометрические) решения.

Варианты контрольных заданий

Номер варианта контрольной работы соответствует порядковому номеру студента в списке группы (рис. 1-5, табл. 1-5).

Задание 1

Спроектировать привод горизонтально строгального станка.

Таблица 1

Исходные данные	Единица измерения	Номер варианта				
		1	2	3	4	5
Угловая скорость вала исполнительного механизма	рад/с	24	26	27	18	12
Вращающий момент вала исполнительного механизма	Н·м	1700	1900	1150	1300	1200
Срок службы (ресурс)	час	9000	10000	12800	13300	11000
Режим работы	-	двухсменный			односменный	
Характер нагрузки	-	ударный			спокойный	
Вид нагрузки	-	неревверсивный		неревверсивный		

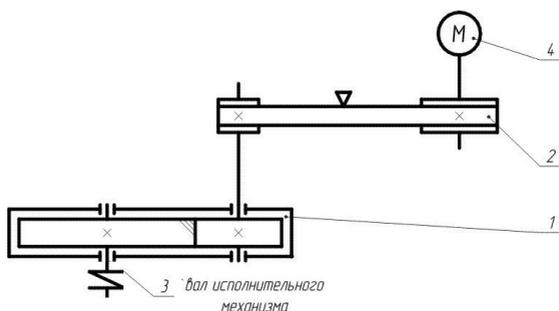


Рис. 1. Кинематическая схема привода:

- 1 – редуктор цилиндрический; 2 – передача клиноременная;
3 – муфта компенсирующая; 4 – двигатель

Задание 2

Спроектировать привод главного движения вертикально сверлильного станка.

Таблица 2

Исходные данные	Единица измерения	Номер варианта				
		6	7	8	9	10
Угловая скорость вала исполнительного механизма	рад/с	21	22	14	24	16
Вращающий момент вала исполнительного механизма	Н·м	1280	1700	1670	1600	1280
Срок службы (ресурс)	час	12500			16000	
Режим работы	-	односменный		двухсменный		
Характер нагрузки	-	спокойный				
Вид нагрузки	-	реверсивный		нереверсивный		

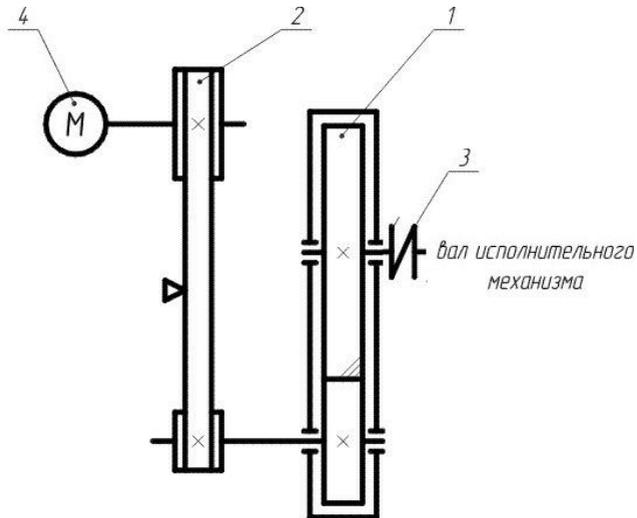


Рис. 2. Кинематическая схема привода:

1 – редуктор цилиндрический; 2 – передача клиноременная;
3 – муфта; 4 – двигатель

Задание 3

Спроектировать привод главного движения токарного станка с ЧПУ.

Таблица 3

Исходные данные	Единица измерения	Номер варианта				
		11	12	13	14	15
Угловая скорость вала исполнительного механизма	рад/с	11	22	21	19	15
Вращающий момент вала исполнительного механизма	Н·м	1900	2000	1700	1800	1930
Срок службы (ресурс)	час	12500		13800	14900	15000
Режим работы	-	трехсменный			двухсменный	
Характер нагрузки	-	равномерный			переменный	
Вид нагрузки	-	реверсивный		нереверсивный		

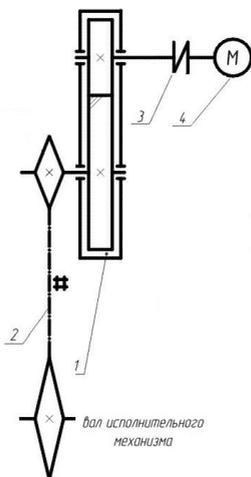


Рис. 3. Кинематическая схема привода:
 1 – редуктор цилиндрический; 2 – передача цепная;
 3 – муфта упругая; 4 – двигатель

Задание 4

Спроектировать привод главного движения вертикально-фрезерного станка.

Таблица 4

Исходные данные	Единица измерения	Номер варианта				
		16	17	18	19	20
Угловая скорость вала исполнительного механизма	рад/с	18	22	16	24	20
Вращающий момент вала исполнительного механизма	Н·м	1020	1030	1080	1320	1370
Срок службы (ресурс)	час	14200	14800	15300		
Режим работы	-	односменный			трехсменный	
Характер нагрузки	-	ударный		спокойный		
Вид нагрузки	-	нереверсивный			реверсивный	

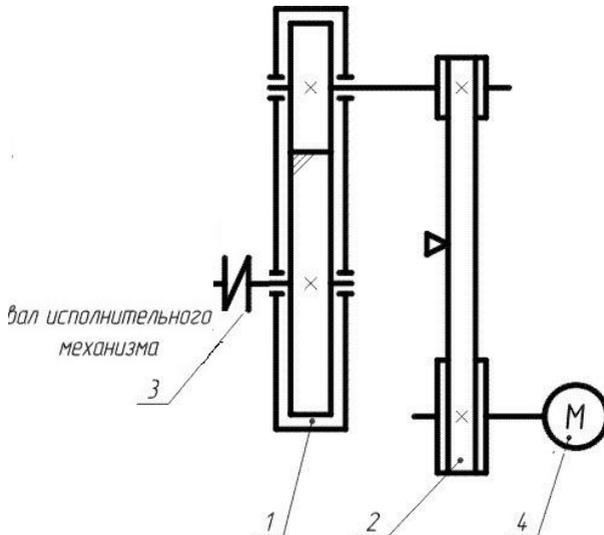


Рис. 4. Кинематическая схема привода:

1 – редуктор цилиндрический; 2 – передача клиноременная;
3 – муфта; 4 – двигатель

Задание 5

Спроектировать привод кругло-шлифовального станка.

Таблица 5

Исходные данные	Единица измерения	Номер варианта				
		11	22	23	24	25
Угловая скорость вала исполнительного механизма	рад/с	18	14	22	27	12
Вращающий момент вала исполнительного механизма	Н·м	550	1200	1340	600	650
Срок службы (ресурс)	час	13700	14600	15300		12200
Режим работы	-	трехсменный		двухсменный		
Характер нагрузки	-	ударный		резко неравномерный		
Вид нагрузки	-	реверсивный			нереверсивный	

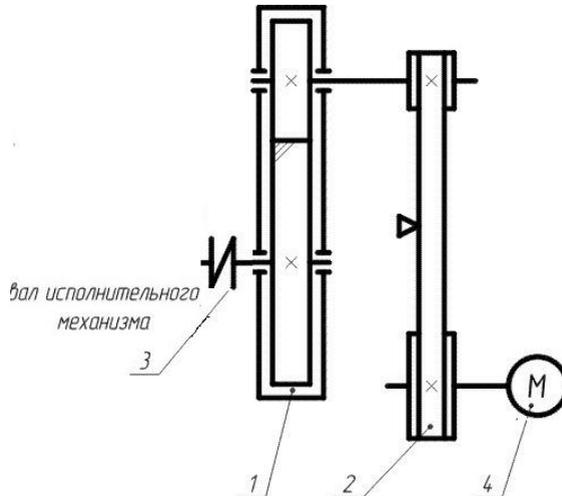


Рис. 5. Кинематическая схема привода:

- 1 – редуктор цилиндрический; 2 – передача клиноременная;
3 – муфта; 4 – двигатель

Тематика контрольной работы «Автоматизированный расчет механического привода»

Для выполнения всего объема контрольной работы необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить кинематический расчет привода.
2. Выполнить силовой расчет привода.
3. Выполнить расчет передачи с гибкой связью.
4. Выполнить предварительный расчет зубчатой передачи.
5. Выполнить предварительный расчет валов
6. Выполнить предварительный выбор подшипников качения.

Теоретические сведения

Совокупность передач от двигателей, обеспечивающих движение исполнительных органов, называют механическим приводом. В механических приводах источником движения является асинхронный электродвигатель, а тип привода определяется видом передач к исполнительному органу. Механический привод состоит из электродвигателя, передачи с гибкой связью (ремённой или цепной) и редуктора.

Редуктор предназначен для уменьшения частоты вращения и увеличения вращающегося момента. Механизм, совершающий обратное преобразование, называют мультипликатором.

В корпусе редуктора размещены зубчатые (цилиндрические, конические, волновые) или червячные передачи, неподвижно закрепленные на валах. Валы опираются на установленные в корпус подшипники.

Тип редуктора определяется составом передач, порядком их размещения в направлении от быстроходного вала к тихоходному и положением осей зубчатых колес в простран-

стве. Наиболее распространены редуктора с валами, расположенными в горизонтальной плоскости, но могут быть выполнены и вертикальные редуктора.

Основной характеристикой редуктора является передаточное число U_p и номинальный момент на тихоходном валу $M_{ном}$.

Порядок выполнения контрольной работы

Контрольная работа выполняется в прикладной библиотеке Редуктор-2D, которая предназначена для проектного расчета приводов машин, состоящих из двигателя, муфты, передачи гибкой связью и одноступенчатого редуктора, и построения в КОМПАС-График чертежа общего вида редуктора, который входит в рассчитанный привод. Программа позволяет рассчитывать 35 различных схем приводов, которые представляют собой всевозможные комбинации передач гибкой связью (ременной, клиноременной или цепной) с одноступенчатым редуктором (цилиндрическим, коническим или червячным).

В расчетной части выполняется кинематический и силовой расчет всего привода, проектный расчет выбранной передачи гибкой связью, проектный расчет передачи зацеплением (редуктора), расчет валов и подбор подшипников. Для этого нужно запустить файл REDUCTOR.exe. Сам расчет практически полностью автоматизирован, обучающийся при необходимости может лишь подкорректировать некоторые параметры. Детальное описание, как работать с этой частью проекта, приведено в небольших справках, которые доступны в каждом расчетном разделе. Каждый раздел расчета представлен вкладкой: первая вкладка – это кинематический и силовой расчет привода, последняя – расчет валов и подшипников, промежуточные две – расчет механических передач, входящих в привод. Результирующие данные расчетов каждой предыдущей вкладки являются исходными данными для расчетов следующей, из чего следует, что вкладки отображают схему привода.

1. Выбрать кинематическую схему механического привода в соответствии со своим вариантом (рис. 6).

Выбор необходимой схемы механического привода осуществляется нажатием кнопок влево и вправо.

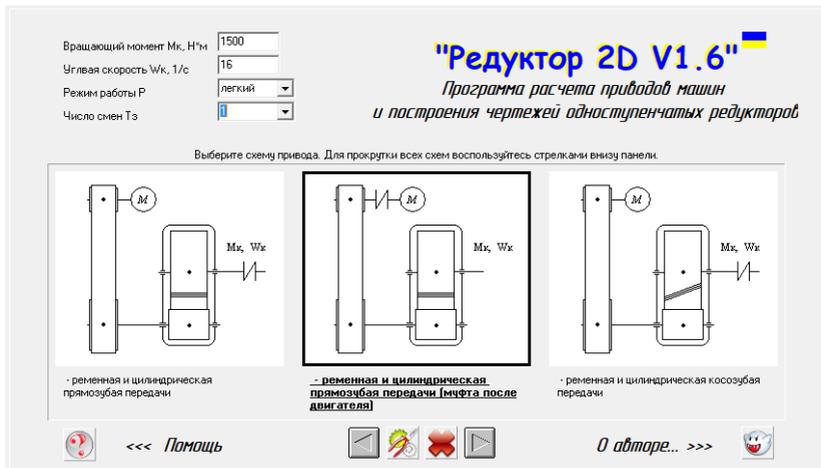


Рис. 6. Выбор кинематической схемы механического привода

2. Выбрав кинематическую схему привода необходимо ввести исходные данные в окно программы в соответствии со своим вариантом (рис. 7).

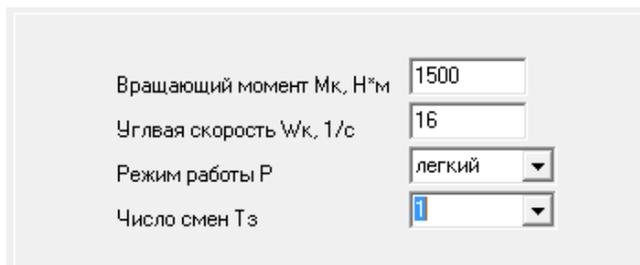


Рис. 7. Ввод исходных данных

3. Нажав на кнопку «начать расчет» откроется диалоговое окно кинематического и силового расчёта механического привода (рис. 8).

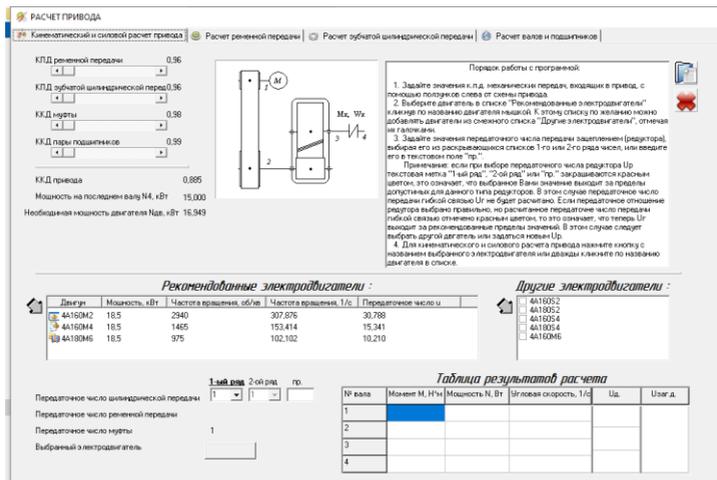


Рис. 8. Диалоговое окно расчета механического привода

Выбрав электродвигатель из списка рекомендованных и подобрав передаточные числа гибкой и зубчатой передач, необходимо нажать на кнопку выбранного двигателя, внизу диалогового окна, и программа рассчитает кинематические и силовые параметры привода (рис. 9).

Таблица результатов расчета

№ вала	Момент M, Н*м	Мощность N, Вт	Угловая скорость, 1/с	Уд.	Узаг.д.
1	87	26846	308,400	1	19,275
2	85	26309	308,400	3,855	
3	316	25265	80,000	5,000	
4	1501	24012	16,000		

Рис. 9. Результаты кинематического расчета

4. В следующей вкладке выполняется расчет передачи с гибкой связью (ременной или цепной). Проконтролировать ход расчета передачи и при необходимости произвести корректировку при помощи бегунков (рис. 10).

Тип ремня	
Число пробегов ремня, 1/с	7,14
Окружное усилие, передающееся ремнем F_t , Н	682
Удельная окружная сила [к], МПа	0,97
Площадь поперечного сечения ремня A_p , мм кв.	703,1
Толщина ремня d , мм	2,8
Ширина ремня b (стандартная), мм	280
Сила натяжения ремня F_0 , Н	1568
Сила, действующая на вал F , Н	3084
Максимальное напряжение в сечении ведущей ветки G_{max} , МПа	5,30

Рис. 10. Результаты расчета ременной передачи

5. Затем выполняется предварительный расчёт зубчатой передачи (рис. 11).

6.

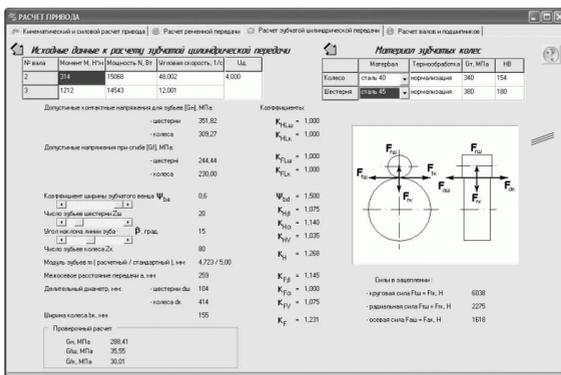


Рис. 11. Диалоговое окно для предварительного расчета зубчатой передачи

7. В последней вкладке выполнить предварительный расчет валов и выбор подшипники качения (рис. 12).

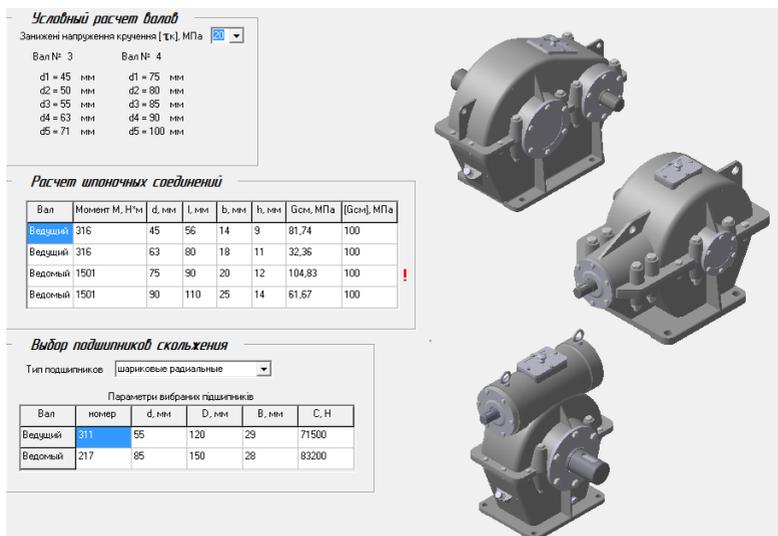


Рис. 12. Диалоговое окно для предварительного расчета валов, шпонок и подшипников

Выполнив все пункты необходимо сформировать расчетно-пояснительную записку в виде скриншотов диалоговых окон программы Редуктор-2D и сформулировать выводы по выполненной работе. Записка оформляется в соответствии с требованиями ВГТУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нилов В.А. Детали машин и основы конструирования: расчетно-графический практикум: учеб. пособие / В.А. Нилов, Р.А. Жилин, О.К. Битюцких, А.В. Демидов. Старый Оскол. Издательств: ООО «Тонкие наукоемкие технологии», 2019, 136 с.
2. Демидов А.В. Программное обеспечение проектирования КПО: учеб. пособие [Электронный ресурс] / А.В. Демидов Воронеж: ВГТУ, 2011. – 177 с.
3. Берлинер, Э.М. САПР в машиностроении [Текст] / Э.М. Берлинер. – М.: Форум, 2014. – 448 с. – 13 экз.
4. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: учеб. пособие для вузов [Текст] / А.А. Иванов. – М.: Форум, 2012. – 223с. – 13 экз.
5. Демидов, А.В. Основы конструирования деталей машин: учеб. пособие [Текст] / А.В. Демидов. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2008. – 183 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Варианты контрольных заданий.....	4
2. Тематика контрольной работы.....	9
3. Теоретические сведения.....	9
4. Порядок выполнения контрольной работы....	10
Библиографический список.....	15

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольных работ
для студентов направления 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных
производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки
и комплексы») заочной формы обучения

Составитель
Демидов Алексей Владимирович

В авторской редакции

Компьютерный набор А. В. Демидова

Подписано к изданию 16.06.2022.
Уч.-изд. л. 0,8

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84