

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

по направлению подготовки

**15.03.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

**ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

**Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)**

Количество ЗЕТ	4											
Часов по РУП	144											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
				5								
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам					4							4
Лекции					18							18
Лабораторные					18							18
Практические					34							34
Контактная работа					70							70
Сам. работа					74							74
Контроль												
Итого					144							144

Тольятти, 2019 г.

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры ОТМП  
(протокол заседания № 1 от «31» августа 2018 г.).



Рецензент

\_\_\_\_\_  
(должность, ученое звание, степень)

«  » 20    г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «  » 20    г.**

*Срок действия утвержденной РПД: для программ бакалавров – 4 года; для программ магистров – 2 года; для программ специалистов – 5 лет.*

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

Протокол заседания кафедры №    от «  » 20    г.

Протокол заседания кафедры №    от «  » 20    г.

Протокол заседания кафедры №    от «  » 20    г.

Протокол заседания кафедры №    от «  » 20    г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(выпускающей направление (специальность))

«  » 20    г.

\_\_\_\_\_  
Н.Ю. Логинов

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.01.01 Компьютерное моделирование в машиностроении**  
(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

---

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – формирование у студента компетенций построения и анализа математических моделей исследуемых и проектируемых технических систем и технологических процессов, проведения виртуального вычислительного эксперимента на современном уровне с использованием программных продуктов инженерного анализа класса CAE.

Задачи:

1. Сформировать у студента глубокие знания в области автоматизированного инженерного анализа о функциональном моделировании технических объектов и технологических процессов.
2. Сформировать знания о математическом аппарате систем инженерного анализа, умение подбирать параметры математических моделей в зависимости от моделируемого объекта.
3. Обеспечить получение студентами практического опыта применения автоматизированных систем инженерного анализа CAE.

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина (учебный курс) – технология конструкционных материалов; начертательная геометрия; механика 3;

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины (учебного курса) – подготовка и защита выпускной квалификационной работы бакалавра

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
- способность использовать современные информационные	Знать: основные положения метода конечных элементов, численных методов решения дифференциальных уравнений
	Уметь: создавать схемные модели (с

технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-3)	сосредоточенными параметрами) и дискретные модели (с распределёнными параметрами) технических систем и их элементов с использованием компьютерной техники
	Владеть: аспектами построения функциональных математических моделей технических систем разного уровня сложности и комплексности
- способность выполнять работы по моделированию продукции и объектов машиностроительных производств с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, применять алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств (ПК-11);	Знать: основные методы построения моделей объектов машиностроительных производств, с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования
	Уметь: использовать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем машиностроительных производств при построении моделей объектов машиностроительных производств, технических систем и их элементов с использованием компьютерной техники
	Владеть: аспектами построения моделей объектов машиностроительных производств, технических систем и их элементов с использованием компьютерной техники

### Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)

Раздел, модуль	Подраздел, тема
1. Схемное моделирование технических систем на макроуровне (multi-body simulation)	1.1. Теоретические основы моделирования систем с сосредоточенными параметрами. Знакомство с интерфейсом программного обеспечения для схемного моделирования 1.2. Тренинг работы с САЕ-системой. Выполнение построения математической модели и ее решение численными методами
2. Моделирование с использованием метода конечных элементов	2.1. Теоретические основы вычислительной механики: - Решение простых одномерных задач методом конечных элементов - Элементы теории упругости в матричном виде - Численное интегрирование - Методы решения систем линейных алгебраических уравнений, порождённые МКЭ 2.2. Интерфейс программного обеспечения для

	<p>расчётов с использованием МКЭ</p> <p>2.3. Подготовка математической модели для расчёта</p> <p>2.4. Стационарный тепловой анализ</p> <p>2.5. Статический конструкционный анализ</p> <p>2.6. Анализ свободных механических колебаний элемента технологической системы (модальный анализ)</p>
--	---

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – \_4\_ ЗЕТ.**

**4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) - Компьютерное моделирование в машиностроении**  
(наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 5

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля	Рекомендуе мая литература (№)
		Аудиторные занятия (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
1. Схемное моделирование технических систем на макроуровне (multi-body simulation)	1.1.Теоретические основы моделирования систем с сосредоточенным и параметрами. Знакомство с интерфейсом программного обеспечения для схемного моделирования	9				Лекция с применением мультимедиа-средств демонстрации; Лабораторная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), мультимедиа-проектор, портативный компьютер, экран, академическая версия используемого программного обеспечения (		1
	1.2. Тренинг работы с САЕ-системой. Выполнение примера построения математической модели и решение численными методами		8			Лабораторная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), портативный компьютер, академическая версия используемого программного обеспечения (	Выполне ние и защита отчёта о лаборато рной работе	1
	1.3. Практическая работа. Построение математической модели объекта			8		Практические занятия в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), портативный компьютер, академическая версия используемого	Выполне ние и защита о прктиче ской работе	1, 2

								версий программного обеспечения	программного обеспечения (SimulationX, MATLAB, PRADIS или др.)		
2. Моделирование с использованием метода конечных элементов	2.1. Теоретические основы вычислительной механики: - Решение простых одномерных задач методом конечных элементов - Элементы теории упругости в матричном виде - Численное интегрирование - Методы решения систем линейных алгебраических уравнений, порождённые МКЭ	9	2			Лабораторная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	2	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), портативный компьютер, академическая версия используемого программного обеспечения (	Выполнение и защита отчёта о лабораторной работе	1
	2.2. Интерфейс программного обеспечения для расчётов с использованием МКЭ		8			Лабораторная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), портативный компьютер, академическая версия используемого программного обеспечения (	Выполнение и защита отчёта о лабораторной работе	3
	2.3. Подготовка математической модели для расчёта			8		Практические занятия в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), мультимедиа-проектор, портативный		1, 2

							академических версий программного обеспечения	компьютер, экран, академическая версия используемого программного обеспечения			
	2.4.Стационарный тепловой анализ			8		Практические занятия в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), мультимедиа-проектор, портативный компьютер, экран, академическая версия используемого программного обеспечения	Выполнение и защита отчёта о практической работе	1, 2
	2.5. Статический конструкционный анализ			8		Практические занятия в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), мультимедиа-проектор, портативный компьютер, экран, академическая версия используемого программного обеспечения	Выполнение и защита отчёта о практической работе	1, 2
	2.6. Анализ свободных механических колебаний элемента технологической системы (модальный анализ)			2		Практические занятия в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	9	Консультация; Самостоятельная работа в компьютерном классе с использованием академических версий программного обеспечения	Компьютерный класс (1 машина на каждого студента), мультимедиа-проектор, портативный компьютер, экран, академическая версия используемого программного обеспечения	Выполнение и защита отчёта о практической работе	1, 2
Контроль											
Итого:		18	18	34			74				
		66									



## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Выполнение и защита отчёта о лабораторной работе по подразделу 1.2	Выполнение соответствующей лабораторной работы и наличие отчёта о проделанной работе в рекомендуемой форме	Работы оцениваются по бинарной системе (отработана/ не отработана). Критерии оценки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• полнота и точность выполнения практической работы;</li> <li>• соответствие выполненной работы выданному заданию; сформированность навыков работы с программным обеспечением (оценивается при помощи выполнения магистрантом аналогичного тестового задания в присутствии преподавателя в интерфейсе используемого программного обеспечения)</li> </ul>
Выполнение и защита отчёта о лабораторной работе по подразделу 2.1, 2.2		
Выполнение и защита отчёта о практической работе по подразделу 1.3	Выполнение соответствующей практической работы и наличие отчёта о проделанной работе в рекомендуемой форме	Работы оцениваются по бинарной системе (отработана/ не отработана). Критерии оценки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• полнота и точность выполнения практической работы;</li> <li>• соответствие выполненной работы выданному заданию;</li> <li>• сформированность навыков работы с программным обеспечением (оценивается при помощи выполнения магистрантом аналогичного тестового задания в присутствии преподавателя в интерфейсе используемого программного обеспечения)</li> </ul>
Выполнение и защита отчёта о практической работе по подразделу 2.4		
Выполнение и защита отчёта о практической работе по подразделу 2.5		
Выполнение и защита отчёта о практической работе по подразделу 2.6		

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачёт по теоретическому материалу дисциплины	Выполнение всех предусмотренных практических работ с оценкой «отработана»	«зачтено»	Понимание материала курса: <ul style="list-style-type: none"> <li>• грамотно, с пониманием, отвечает на вопросы по теоретическому материалу, ориентируется в терминологии курса, ориентируется в справочных материалах</li> </ul>
		«не зачтено»	Недостаточное понимание материала курса:

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• теряется в терминологии курса, не ориентируется в основных понятиях, затрудняется при ответе на вопросы, не может вести грамотный диалог по задачам и проблемам, рассматриваемым в дисциплине</li> </ul>
--	--	--	---

## **6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)**

Отсутствуют по учебному плану

## **7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)**

### **Реферат. Перечень тем:**

**Тема 1.** Пути повышения качества и производительности проектирования на основе использования ЭВМ

**Тема 2.** САПР как объект проектирования

**Тема 3.** Состав и структура САПР

**Тема 4.** Виды обеспечения САПР

**Тема 5.** Техническое обеспечение САПР

**Тема 6.** Программное обеспечение САПР

**Тема 7.** САПР в компьютерно – интегрированном производстве

**Тема 8.** Системное проектирование и стратегии проектирования технологических процессов

**Тема 9.** Системное проектирование технологических процессов

**Тема 10.** Стратегии проектирования технологических процессов

**Тема 11.** Табличные модели

**Тема 12.** Сетевые модели

**Тема 13.** Перестановочные модели

**Тема 14.** Типовые решения в САПР технологических процессов

**Тема 15.** Виды типовых решений

**Тема 16.** Типовые технологические процессы

**Тема 17.** Групповые технологические процессы

**Тема 18.** Методики автоматизированного проектирования технологических процессов

**Тема 19.** Метод прямого проектирования

**Тема 20.** Метод анализа

**Тема 21.** Метод синтеза в САПР технологических процессов

**Тема 22.** Синтез маршрутов обработки поверхностей

**Тема 23.** Синтез принципиальной схемы технологического процесса

**Тема 24.** Синтез маршрута обработки детали

**Тема 25.** Синтез состава и структуры операций

**Тема 26.** Доработка технологического процесса и оформление документации

**Тема 27.** Оптимизация технологических процессов в САПР ТП

**Тема 28.** Структурная оптимизация ТП

**Тема 29.** Предпроектная оптимизация модели объекта

**Тема 30.** Оценочные матрицы

**Тема 31.** Информационный фонд и его организация на ЭВМ

**Тема 32.** Односторонние таблицы (матрицы) решений

**Тема 33.** Двухсторонние таблицы (матрицы) решений

**Тема 34.**Алгоритмические таблицы решений  
**Тема 35.**Таблицы (матрицы) соответствий  
**Тема 36.**Логические таблицы (матрицы) соответствий  
**Тема 37.**Основные требования, предъявляемые к базам данных  
**Тема 38.**Основные понятия и основы проектирования баз данных  
**Тема 39.**Лингвистическое обеспечение САПР технологических процессов  
**Тема 40.**Языки проектирования, построенные на базе классификации  
**Тема 41.**Языки для диалогового проектирования технологических процессов  
**Тема 42.**Языки объектно-ориентированного моделирования

## **8. Вопросы к зачету**

1. В чём заключается метод Ньютона?
2. В чём заключается метод Штермера?
3. Виды обеспечения САЕ-систем
4. Градиентные методы решения СЛАУ.
5. Итерационные методы решения СЛАУ.
6. Каким образом осуществляется разбиение конструкции на конечные элементы?
7. Каковы основные характеристики материала, необходимые при линейном статическом расчёте?
8. Классификация конечных элементов, примеры.
9. Метод конечных элементов в форме метода перемещений.
10. Методы дискретизации функций.
11. МКЭ в форме метода сил.
12. Назовите общий порядок статического линейного прочностного расчёта конструкции.
13. Основные функции САЕ-систем
14. Особенности задания контактов в модальном анализе.
15. Понятие САЕ-системы
16. Последовательность модального анализа при помощи ANSYS Workbench.
17. Результаты статического расчёта напряжённно-деформированного состояния.
18. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса
19. Решение СЛАУ методом Холецкого.
20. Свойства материала при статическом расчёте напряжённно-деформированного состояния.
21. Состав САЕ-систем как систем автоматизированного проектирования
22. Что из себя представляет модель механической системы с сосредоточенными параметрами?
23. Что такое квадратичный конечный элемент? В чём отличие от линейного?
24. Что такое математическая модель системы?
25. Что такое матрица жёсткости задачи?

26. Что такое матрица жёсткости системы?  
 27. Что такое постпроцессор?  
 28. Что такое препроцессор?  
 29. Что такое решатель?

## **9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **9.1. Паспорт фонда оценочных средств**

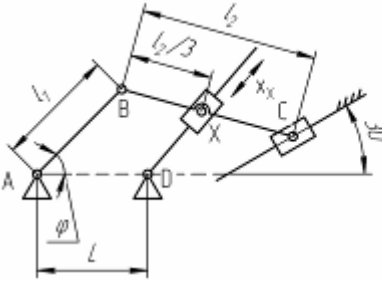
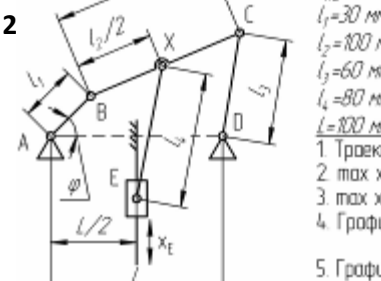
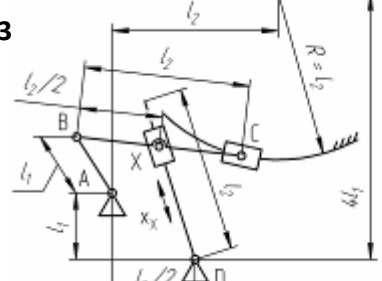
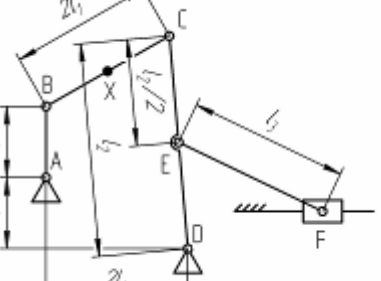
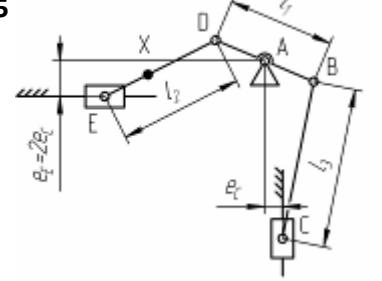
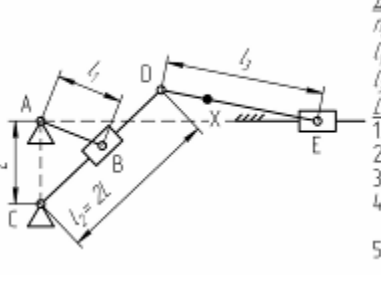
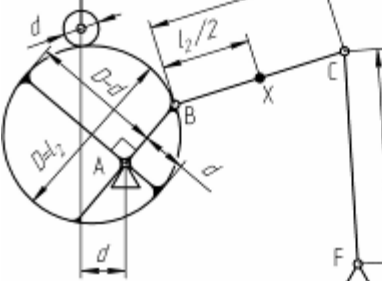
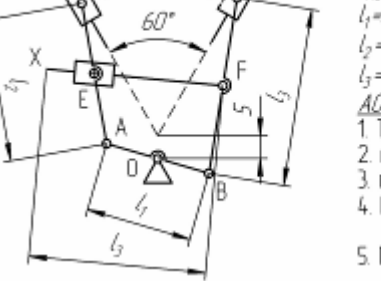
<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Теоретические основы моделирования систем с сосредоточенными параметрами. Знакомство с интерфейсом программного обеспечения для схемного моделирования	ОПК-3	Реферат
2	Тренинг работы с САЕ-системой. Выполнение построения математической модели и ее решение численными методами	ОПК-3	Реферат, Лабораторная работа 1: «Кинематический анализ»
3	Теоретические основы вычислительной механики Интерфейс программного обеспечения для расчётов с использованием МКЭ	ОПК-3	Реферат, Лабораторная работа №2: «Основные приемы работы в системе КОМПАС»
4	Силовые приводы технологической оснастки станков с ЧПУ	ПК-11	Отчет по практической работе «Автоматизация разработки технологических процессов изготовления изделий»
5	Стационарный тепловой анализ Статический конструкционный анализ Анализ свободных механических колебаний элемента технологической системы (модальный анализ)	ПК-11	Отчет по практической работе «Автоматизация разработки технологических процессов изготовления изделий»

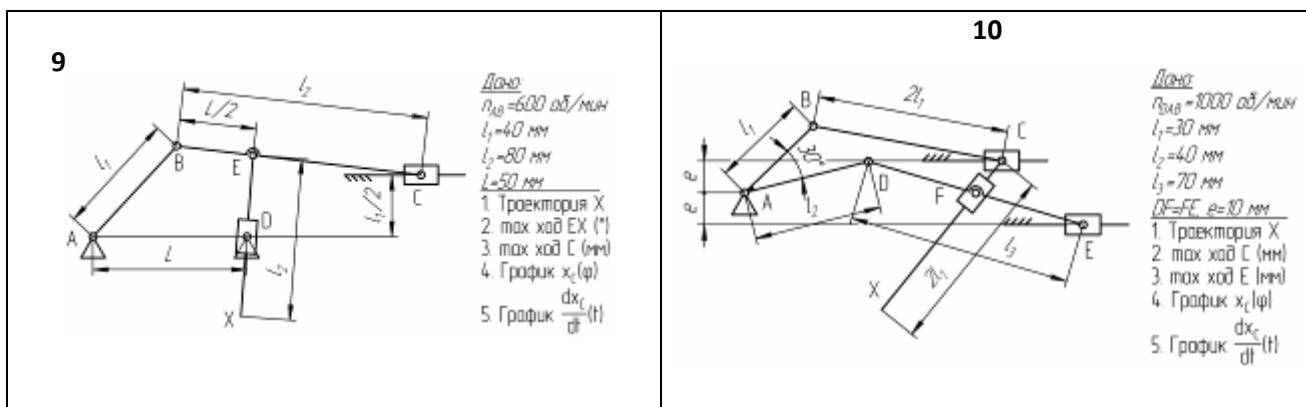
### **9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

## Комплект заданий для лабораторных работ

### Лабораторная работа 1: «Кинематический анализ»

#### Варианты заданий

<p><b>1</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 60 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 30 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 100 \text{ мм}</math>  <math>l = 35 \text{ мм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход X (мм)</li> <li>3. max ход C (мм)</li> <li>4. График <math>x_X(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_X}{dt}(t)</math></li> </ol>	<p><b>2</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 50 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 30 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 100 \text{ мм}</math>  <math>l_3 = 60 \text{ мм}</math>  <math>l_4 = 80 \text{ мм}</math>  <math>l = 100 \text{ мм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход E (мм)</li> <li>3. max ход CD (°)</li> <li>4. График <math>x_E(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_E}{dt}(t)</math></li> </ol>
<p><b>3</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 200 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 20 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 50 \text{ мм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход X (мм)</li> <li>3. max ход C (°)</li> <li>4. График <math>x_X(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_X}{dt}(t)</math></li> </ol>	<p><b>4</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 300 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 20 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 60 \text{ мм}</math>  <math>l_3 = 45 \text{ мм}</math>  <math>BX = XC = l_1</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход F (мм)</li> <li>3. max ход DC (°)</li> <li>4. График <math>x_F(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_F}{dt}(t)</math></li> </ol>
<p><b>5</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 400 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 60 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 70 \text{ мм}</math>  <math>l_3 = 90 \text{ мм}</math>  <math>AD = 30 \text{ мм}</math>  <math>BE = 10 \text{ мм}</math>  <math>EX = 25 \text{ мм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход E (мм)</li> <li>3. max ход C (мм)</li> <li>4. График <math>x_E(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_E}{dt}(t)</math></li> </ol>	<p><b>6</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 250 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 20 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 60 \text{ мм}</math>  <math>l_3 = 25 \text{ мм}</math>  <math>DX = 20 \text{ мм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход E (мм)</li> <li>3. max ход CD (°)</li> <li>4. График <math>x_E(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_E}{dt}(t)</math></li> </ol>
<p><b>7</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 500 \text{ об/мин}</math>  <math>l_2 = 50 \text{ мм}</math>  <math>d = 10 \text{ мм}</math>  <math>l_3 = 60 \text{ мм}</math>  <math>D = 50 \text{ мм}</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход E (мм)</li> <li>3. max ход FC (°)</li> <li>4. График <math>x_E(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_E}{dt}(t)</math></li> </ol>	<p><b>8</b></p>  <p><u>Дано:</u>  <math>\omega_{AB} = 1000 \text{ об/мин}</math>  <math>l_1 = 30 \text{ мм}</math>  <math>l_2 = 40 \text{ мм}</math>  <math>l_3 = 50 \text{ мм}</math>  <math>AO = OB, AE = EC, BF = FD</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Траектория X</li> <li>2. max ход C (мм)</li> <li>3. max ход D (мм)</li> <li>4. График <math>x_D(\varphi)</math></li> <li>5. График <math>\frac{dx_D}{dt}(t)</math></li> </ol>



**Цель занятия:** провести кинематический анализ механизма

## 2. Алгоритм выполнения лабораторной работы

Определить:

- 1) траекторию абсолютного движения заданной точки;
- 2) амплитуду относительного перемещения;
- 3) амплитуду угловых перемещений;
- 4) построить график зависимости относительного перемещения;
- 5) построить график зависимости линейной скорости при заданной частоте вращения кривошипа; определить максимальное значение линейной скорости.

## 3. Ожидаемый (е) результат (ы) - заполнение формы задания

Форма для оформления задания

Вариант задания № \_\_\_\_\_

Рис.1 Схема механизма

Рис.2 Траектория движения

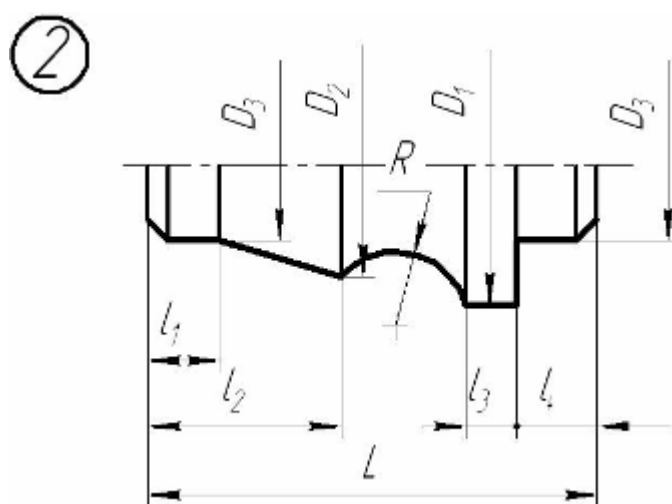
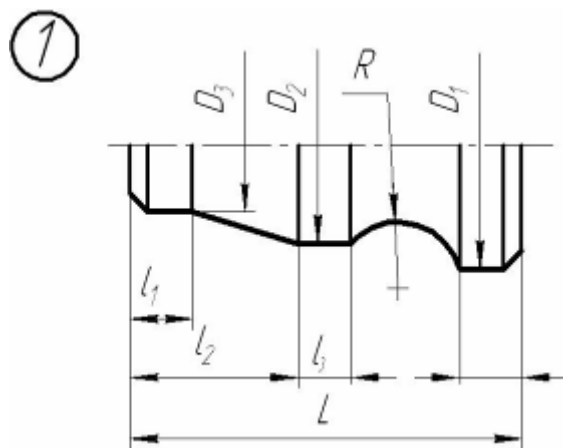
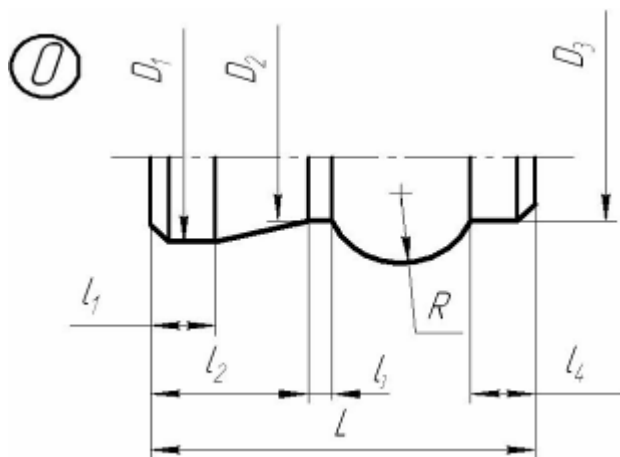
Рис.3 Определение максимальных угла и перемещения звеньев механизма

Рис.4 Зависимость положения камня от угла поворота кривошипа

Рис.5 Построение зависимости скорости от времени

## Лабораторная работа №2: «Основные приемы работы в системе КОМПАС»

### Варианты заданий



№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Мат-л	$\sigma_{\text{в}}$ , МПа	Варианты
<b>D<sub>1</sub></b>	40	48	44	52	60	65	56	70	75	80	Сталь 20	410	01,03,05,07,09
<b>D<sub>2</sub></b>	30	38	34	42	50	54	44	60	65	70			
<b>D<sub>3</sub></b>	20	25	24	28	36	42	32	44	48	50	Сталь 45	600	02,04,06,08,20, 22,24,26,28
<b>l<sub>1</sub></b>	8	12	10	14	16	18	8	12	12	8			



<b>I<sub>2</sub></b>	16	18	17	20	22	24	18	16	20	22	Сталь 60	680	11,13,15,17,19
<b>I<sub>3</sub></b>	5	7	6	5	7	6	5	8	10	12			
<b>I<sub>4</sub></b>	8	6	10	10	8	8	16	18	14	14	Сталь 35	530	10,12,14,16,18
<b>L</b>	48	55	54	60	68	70	60	65	70	75			
<b>R</b>	13	18	15	19	25	26	15	17	20	21	Сталь 20ХГСА	780	21,23,25,27,29
<b>S</b>	0,03			0,05			0,08		0,04				

**Цель занятия:** провести построение модели фасонного резца

## **2. Алгоритм выполнения лабораторной работы**

Построить:

- 1) модель детали;
- 2) эскиз режущей кромки;
- 3) заднюю поверхность инструмента;
- 4) эскиз пространства для схода стружки;
- 5) готовую модель фасонного резца.

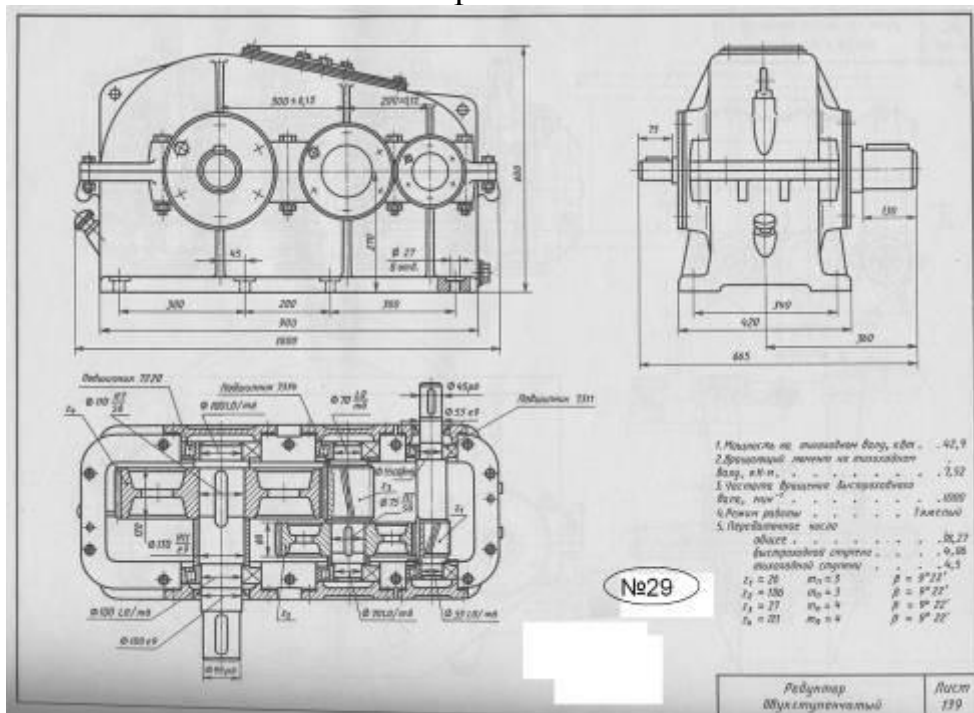
## **3. Ожидаемый (е) результат (ы) - файлы КОМПАС-Сборки (\*.a3d) и**

КОМПАС-Деталей (\*.m3d) с готовой моделью резца и всеми вспомогательными построениями.

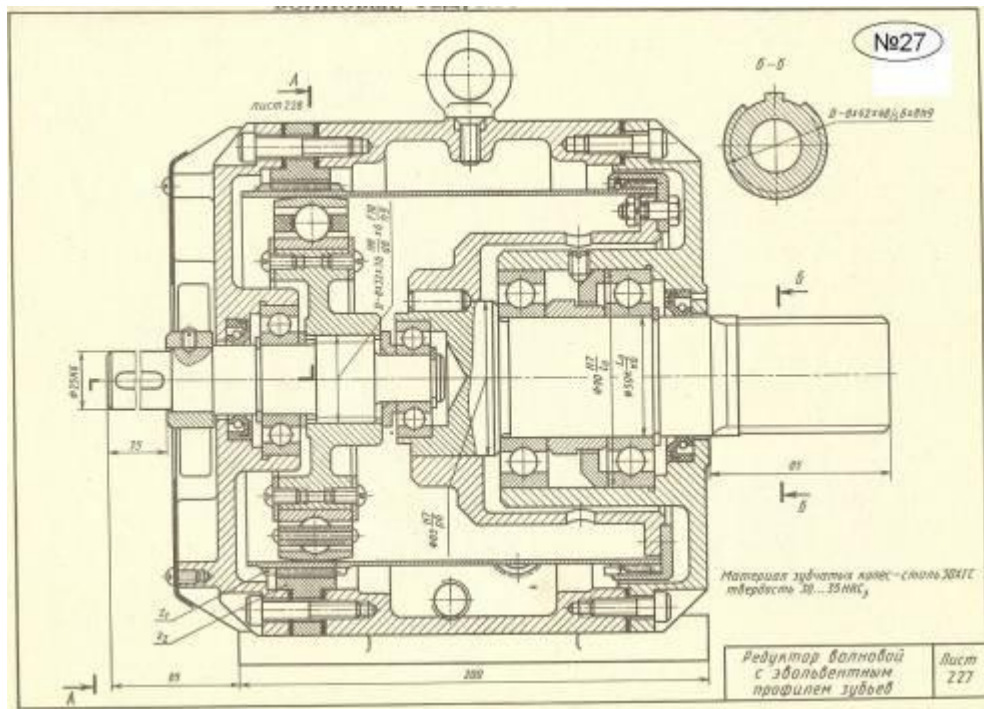
## Комплект заданий для практических работ

### Тема: «Автоматизация разработки технологических процессов изготовления изделий»

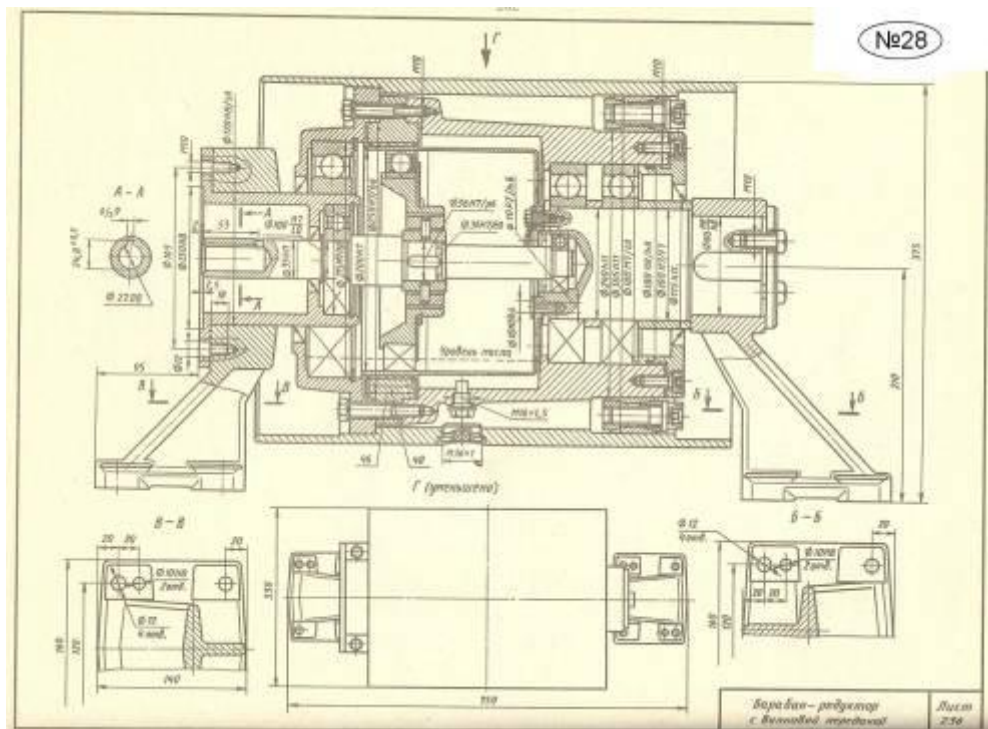
#### Вариант 1



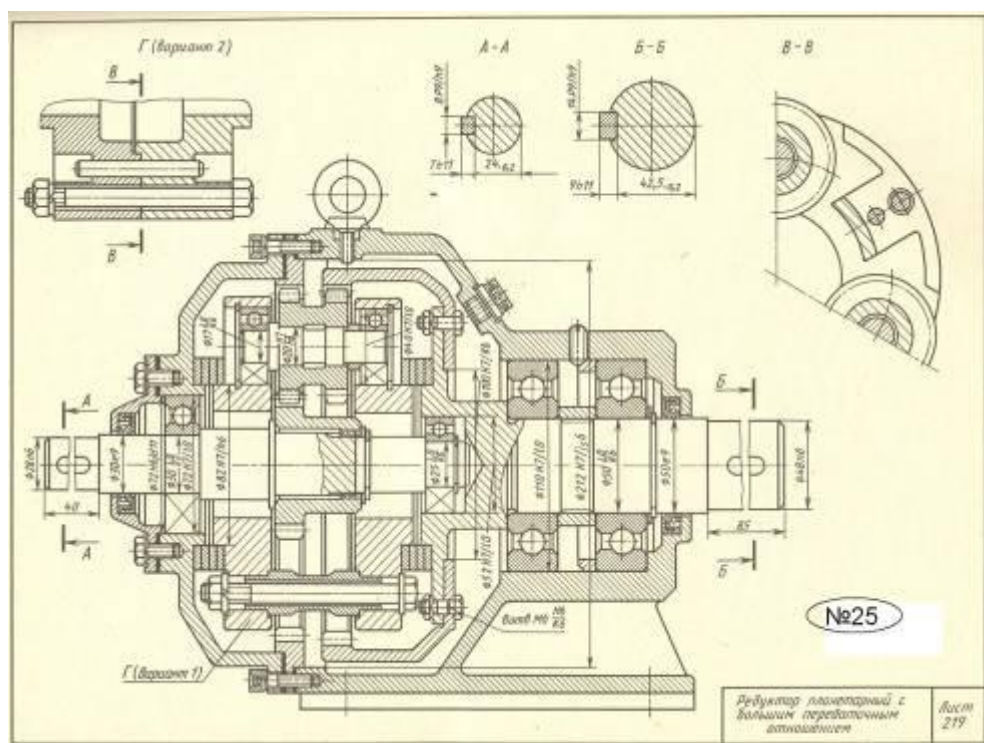
#### Вариант 2



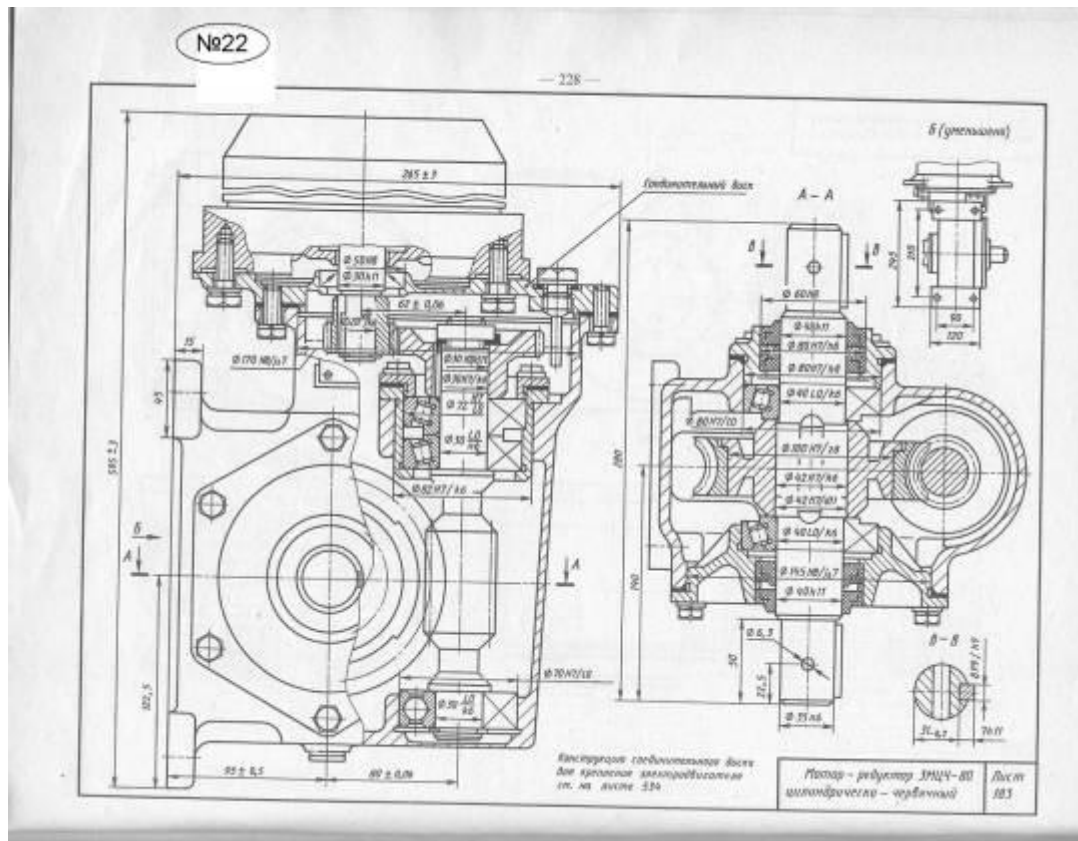
### Вариант 3



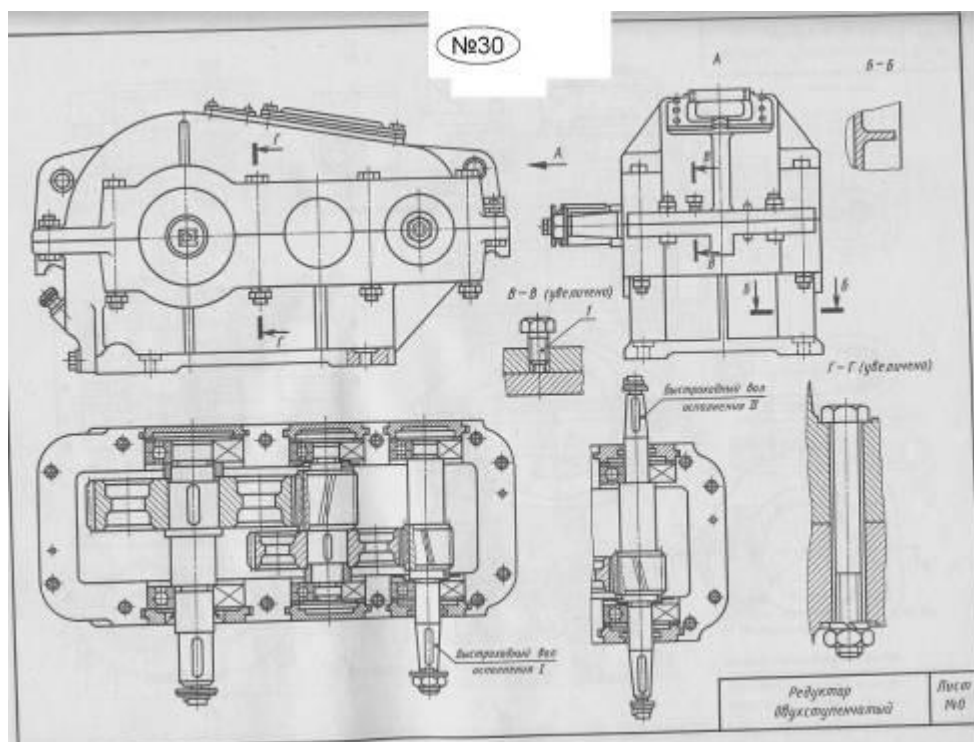
## Вариант 4



## Вариант 5

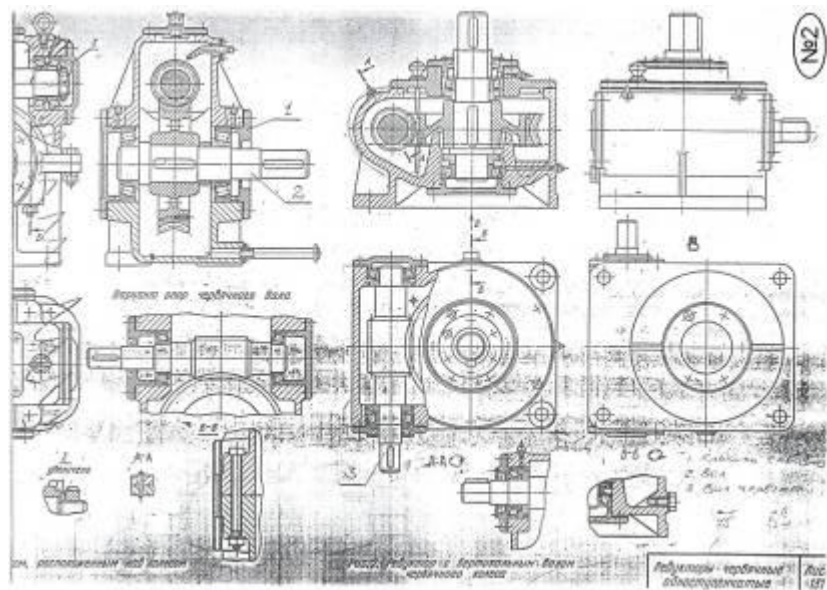


## Вариант 6

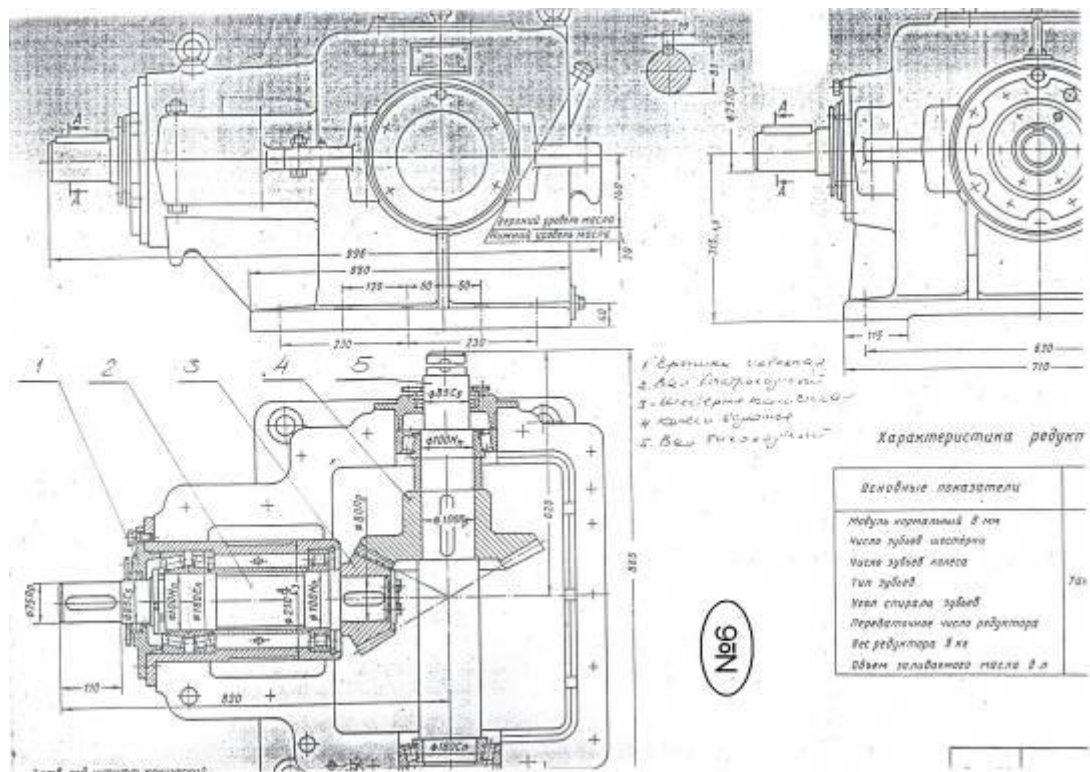




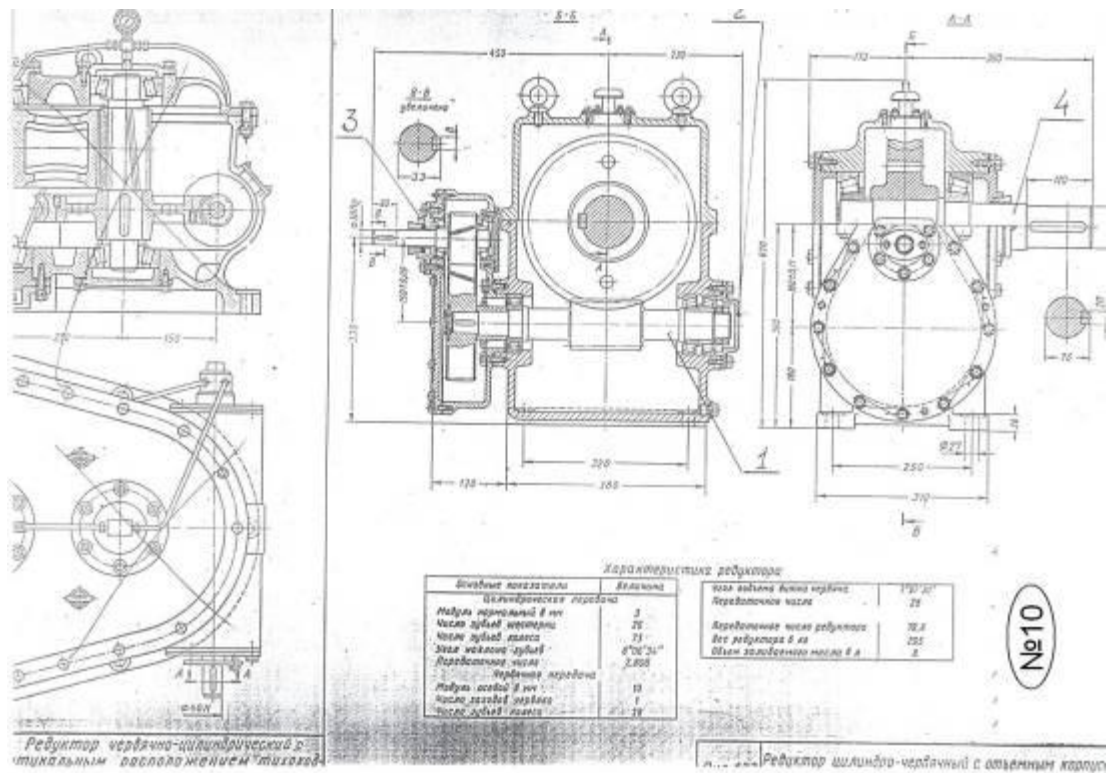
## Вариант 7



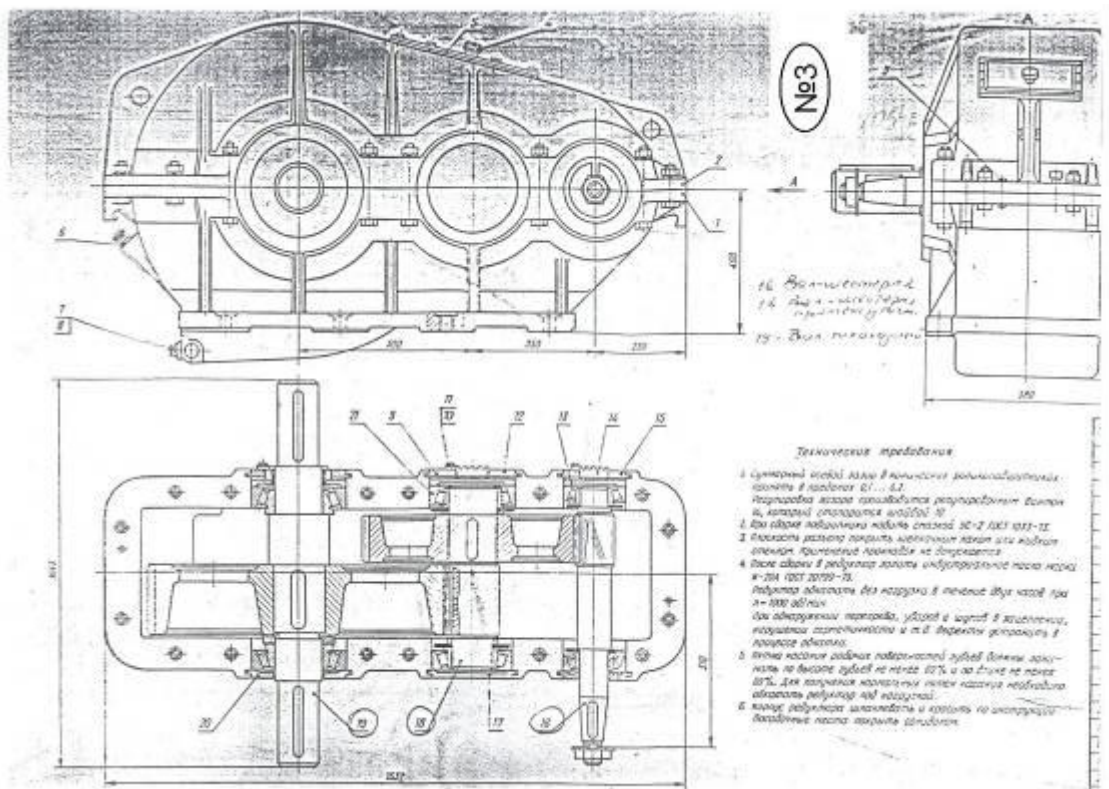
## Вариант 8



## Вариант 9

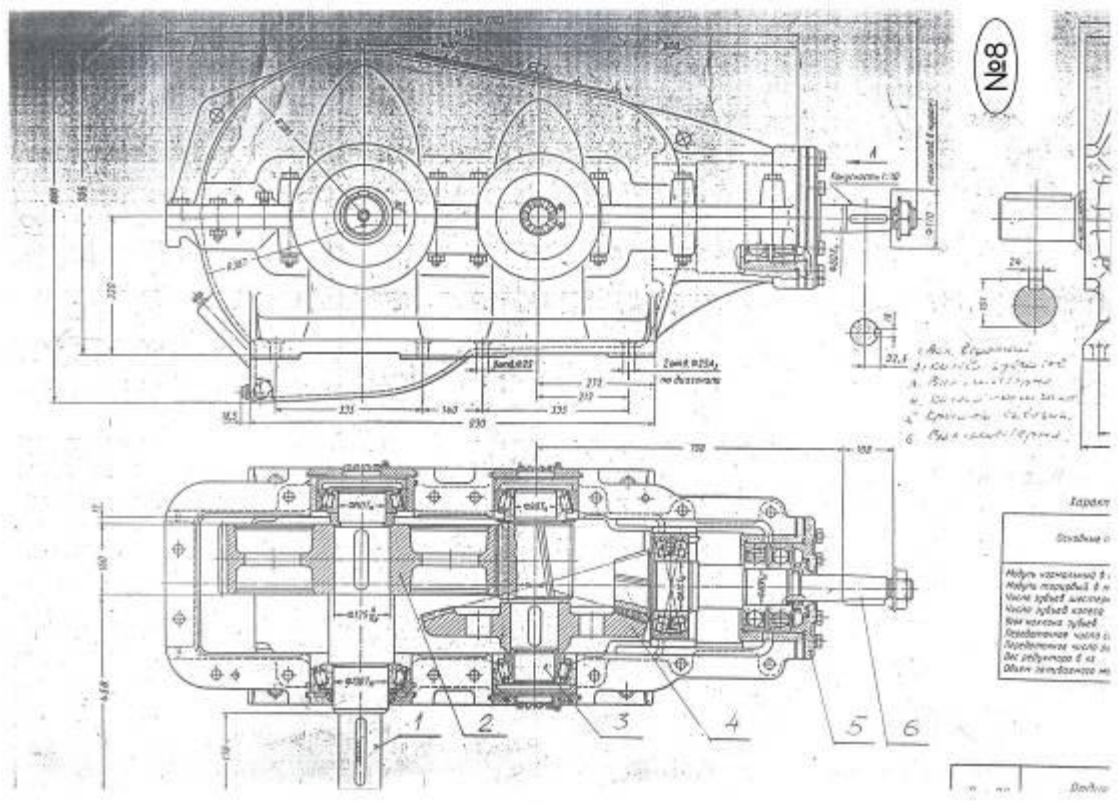


## Вариант 10





## Вариант 11



## Вариант 12

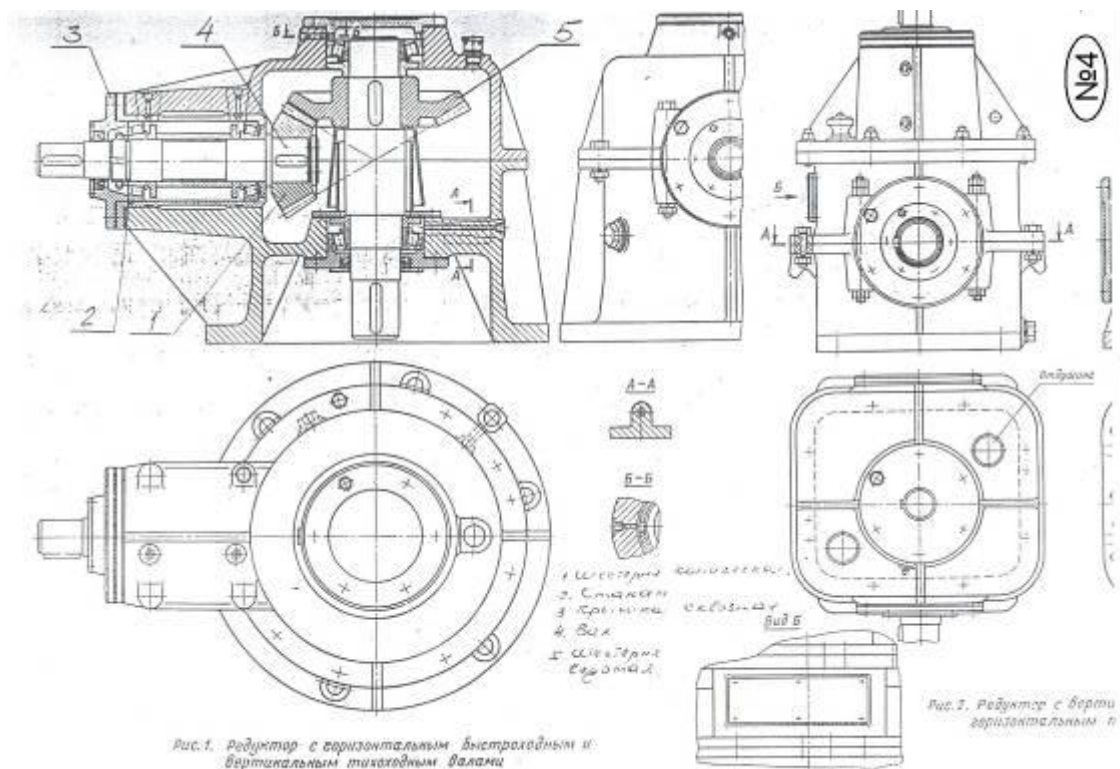
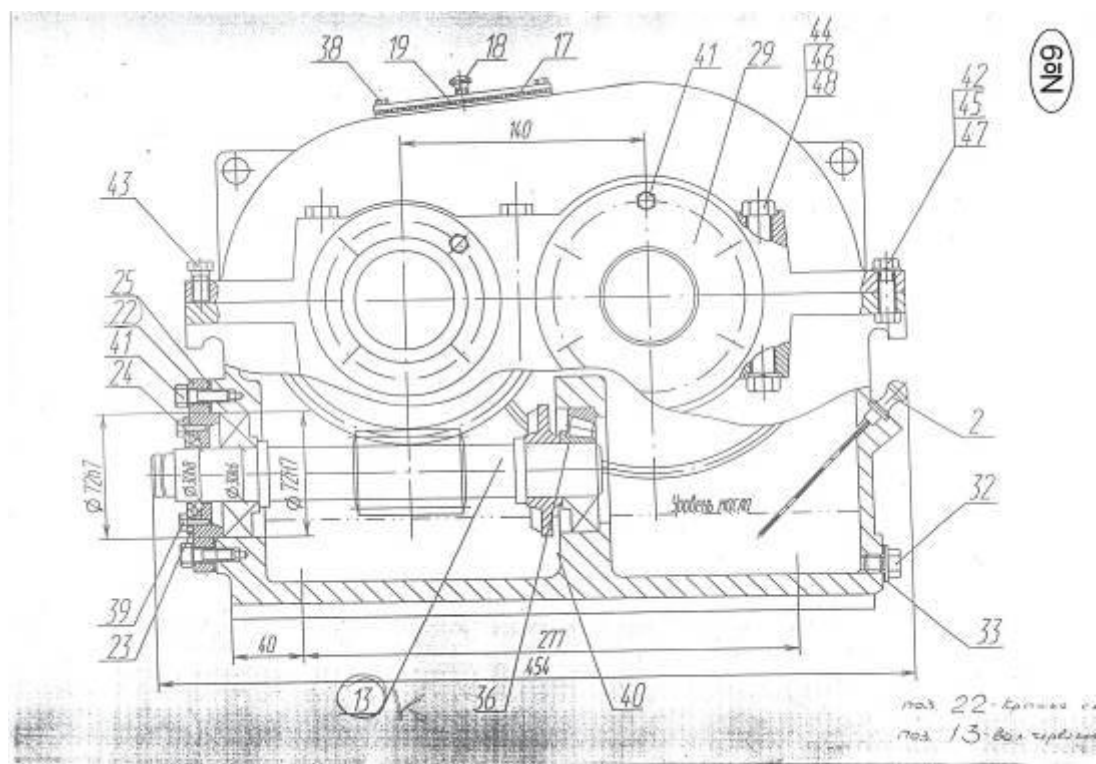


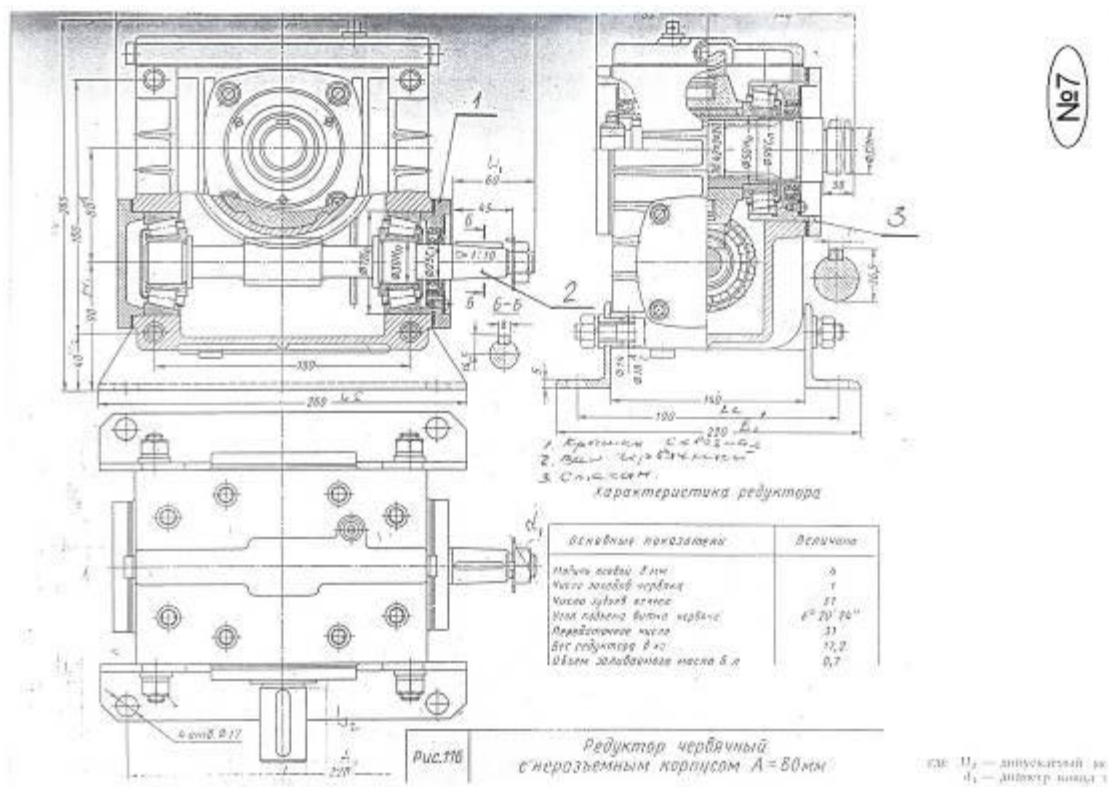
Рис. 1. Редуктор с горизонтальным входным и вертикальным выходным валами

Рис. 2. Редуктор с вертикальным входным и горизонтальным выходным валами

## Вариант 13

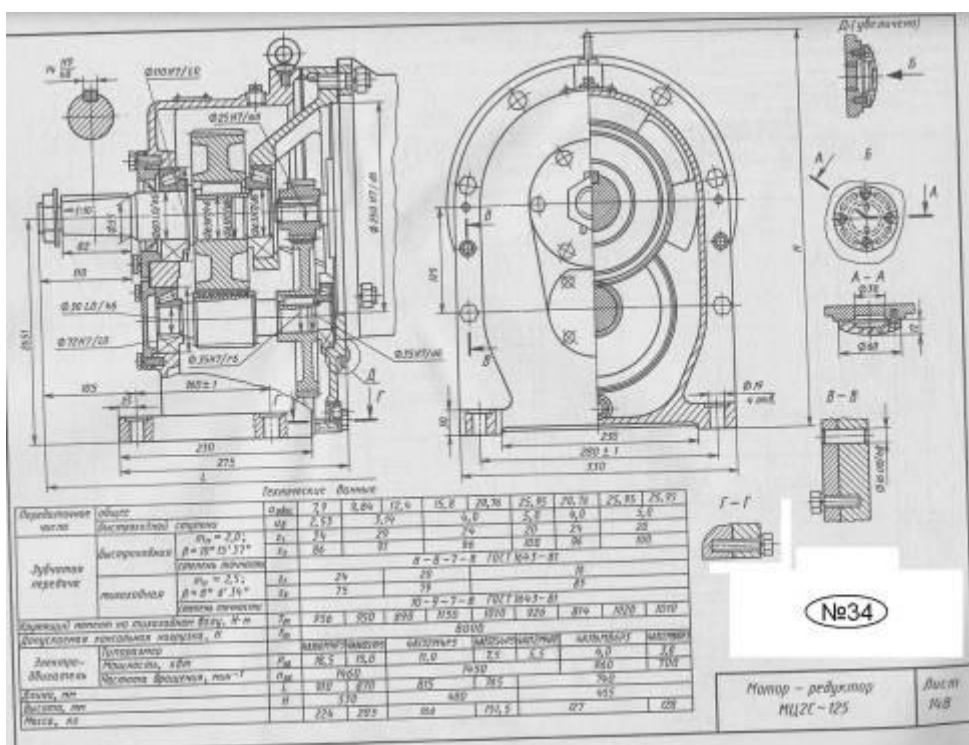


## Вариант 14

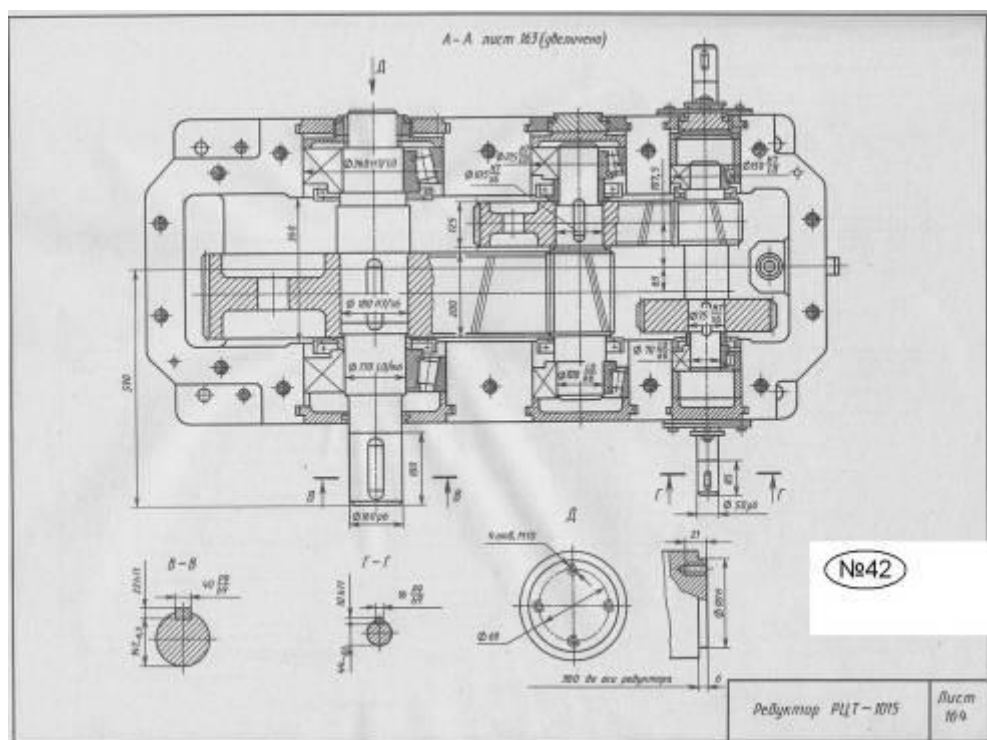




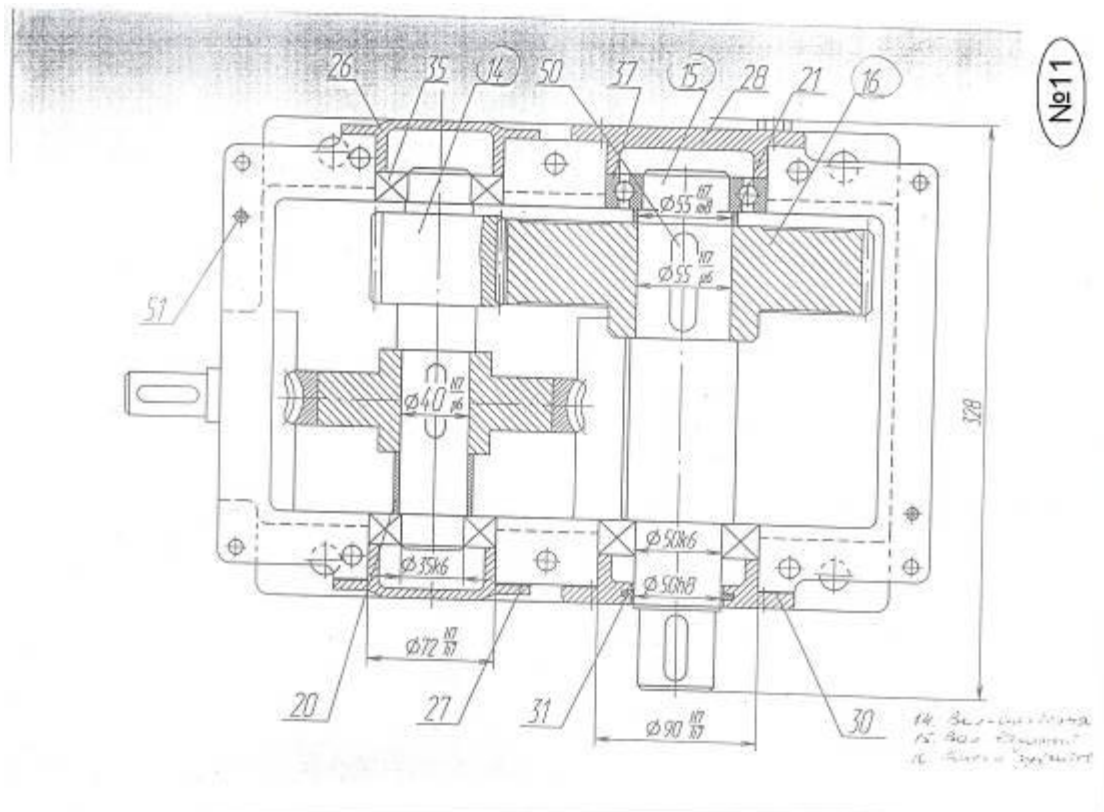
## Вариант 15



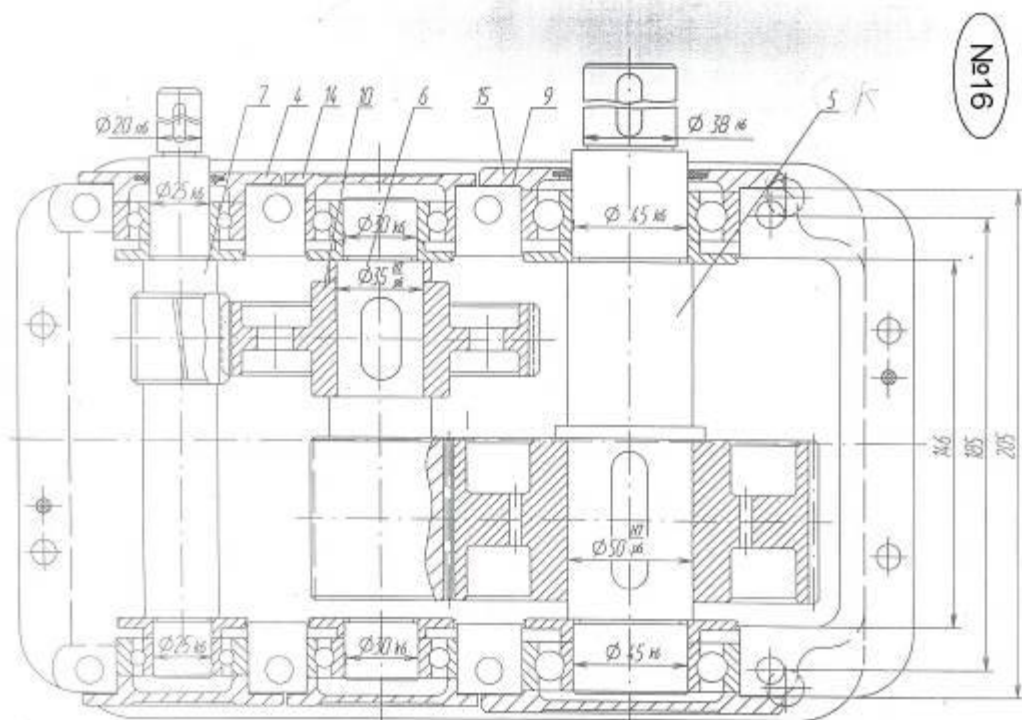
## Вариант 16



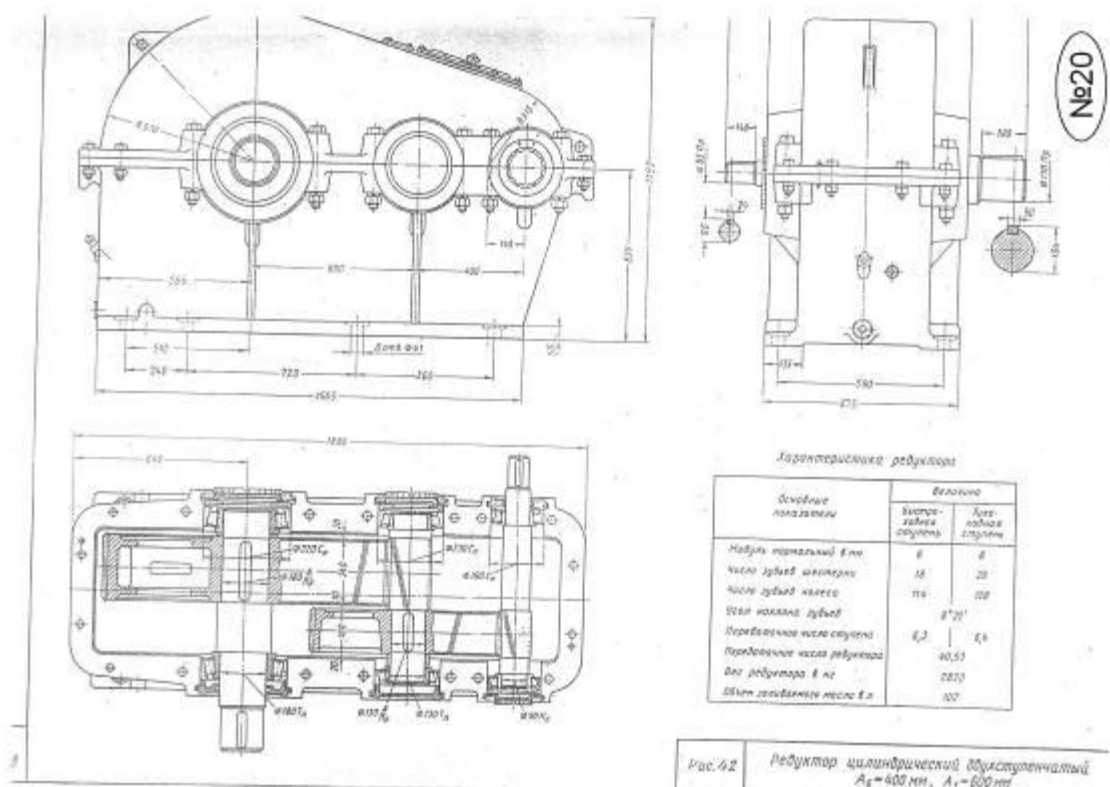
# Вариант 17



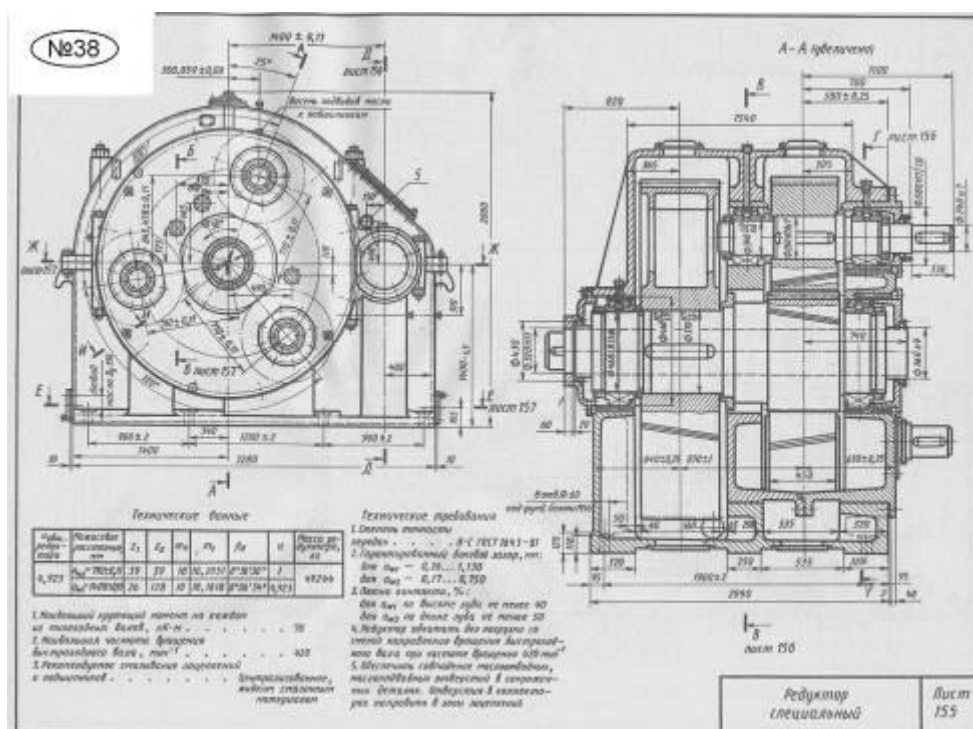
# Вариант 18



## Вариант 19



## Вариант 20



## Вариант 21

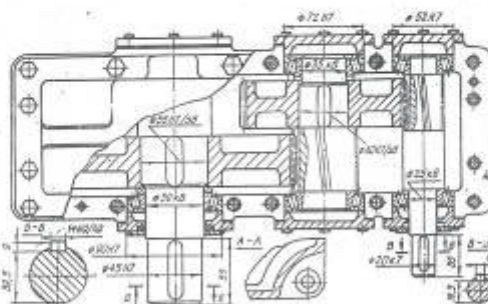


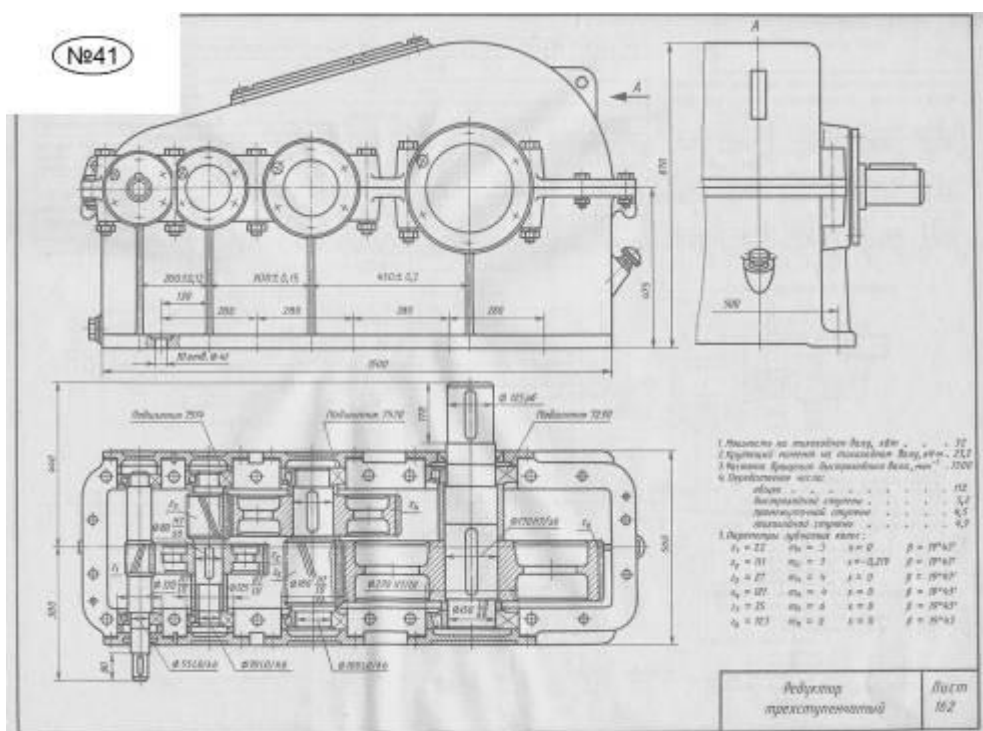
Рис. 4.10. Двухступенчатый цилиндрический редуктор

обычным редукторе. При расчете принимают, что каждая половина раздвоенной пары передает половину мощности, передаваемой редуктору. Коэффициент ширины каждой из половин  $\varphi_{\text{дв}} = 0,7 \dots 1$ .

Конструкция колес шевроновой пары принимает в зависимости от способа нарезания зубьев (см. гл. 3).

Чтобы обеспечить циклическую нагрузку на поршневую и шатунное разделение коленчатой пары, для аала редуктора — быстрогоходный и промежуточный или быстрогоходный и тихоходный — делают одинаковыми. Для этого их обычно устанавливают на роликовых подшипниках с короткими цилиндрическими роликами без упорных буртов на одном из колец. Чтобы пре-

## Вариант 22



## Вариант 23



4.2. Компоновка зубчатых и червячных редукторов

153

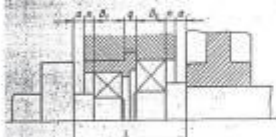


Рис. 4.14. Кинематическая схема планетарного узла планетарного редуктора

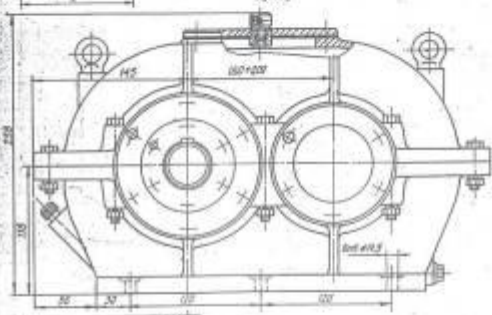
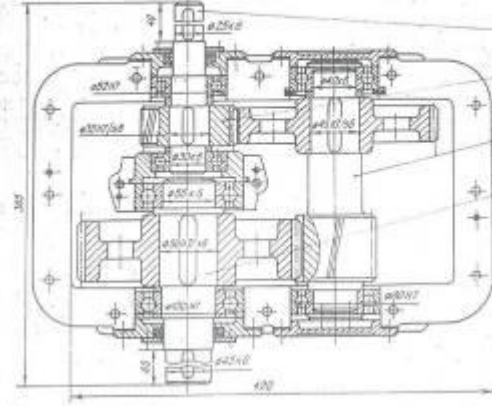
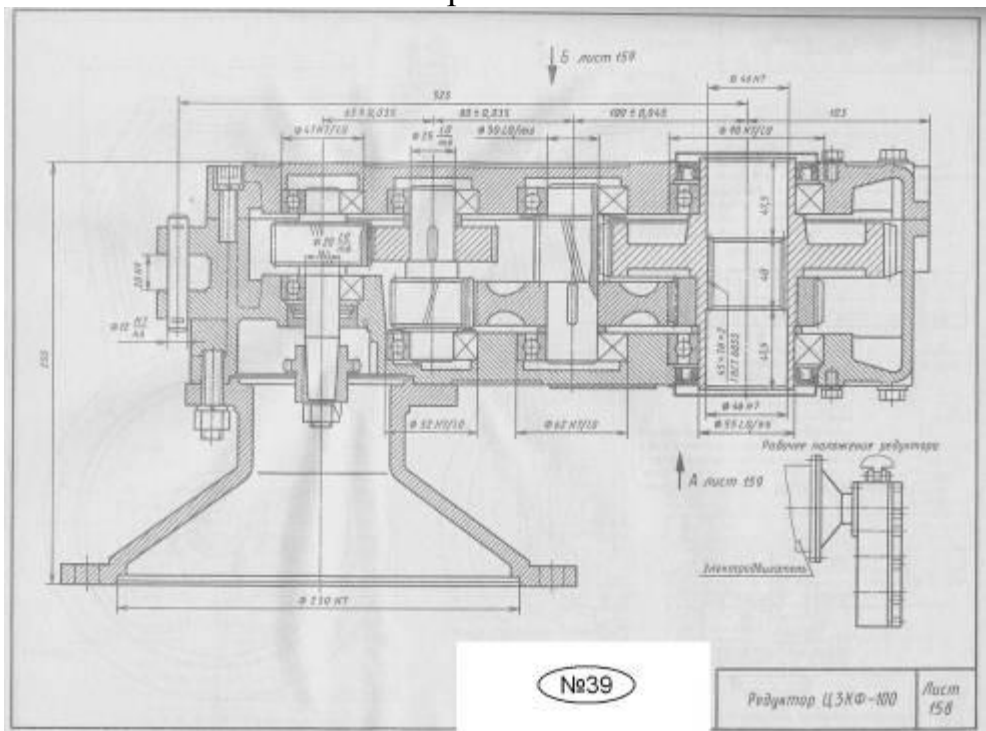


Рис. 4.15. Основные размеры двухступенчатого планетарного редуктора



1. Втулка
2. Вал промежуточный
3. Вал выходной
4. Вал входной

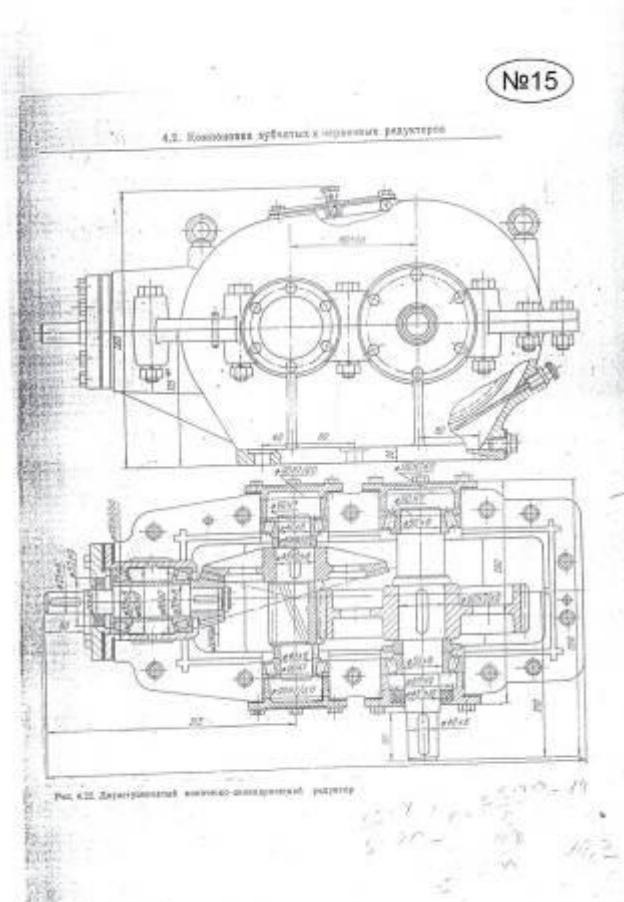
Вариант 24



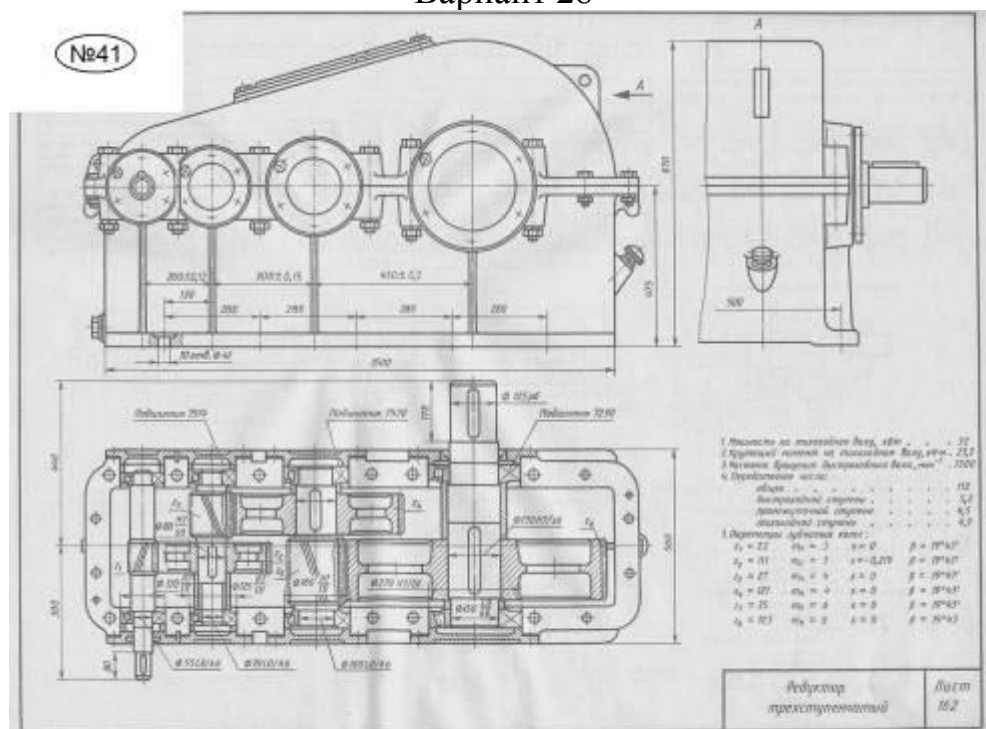
Вариант 25



## Вариант 27

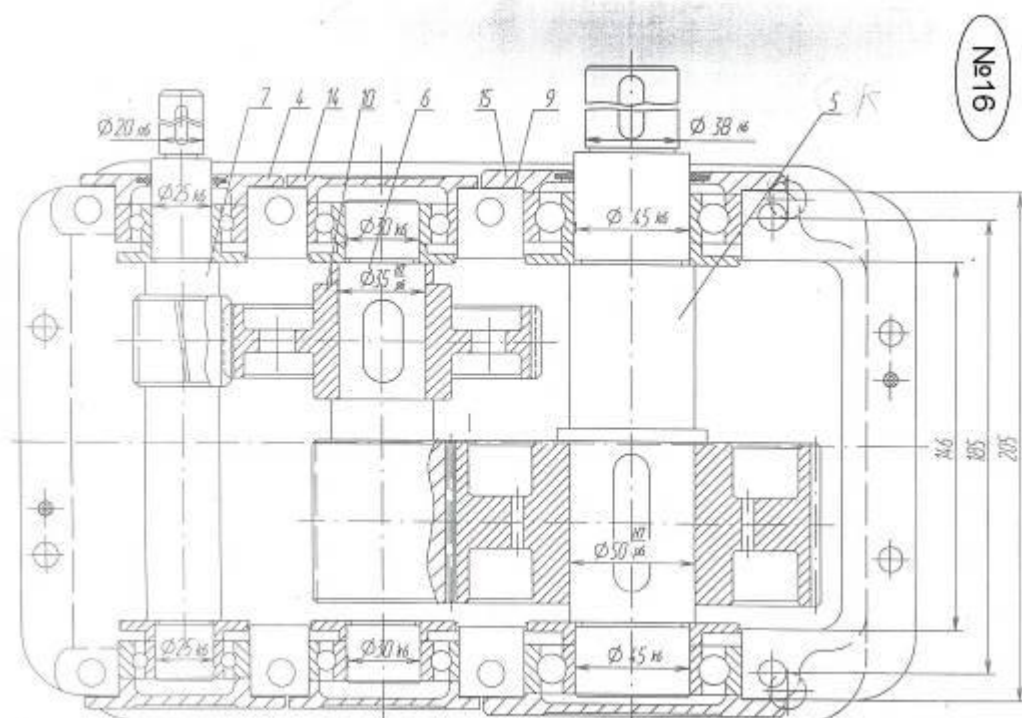


## Вариант 28

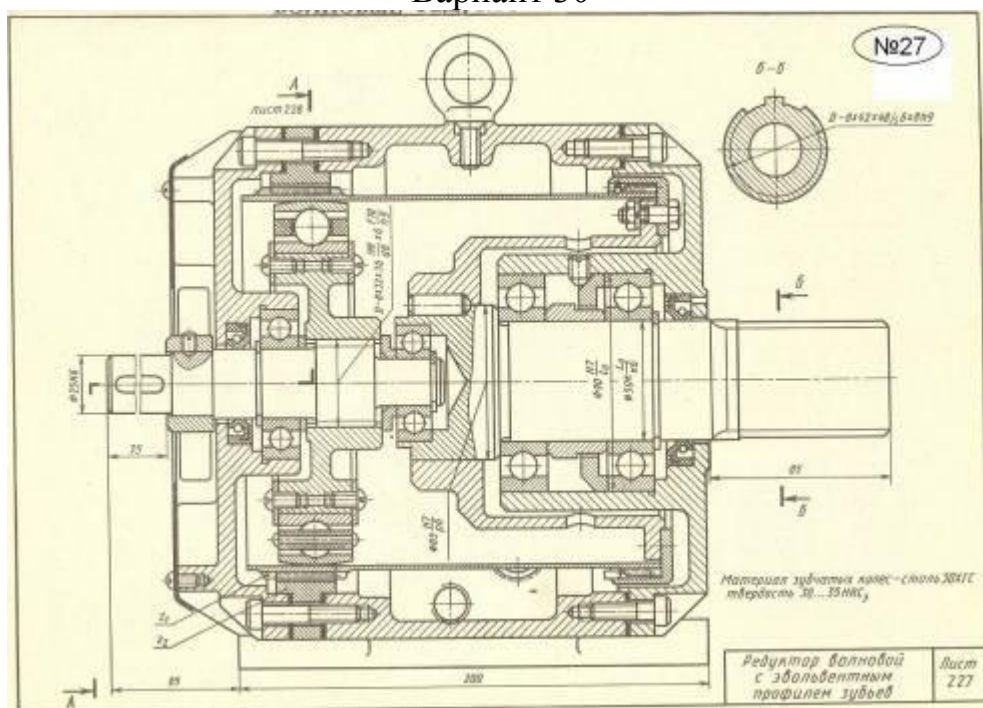




## Вариант 29



## Вариант 30



**1. Цель занятия:** формирование практических навыков создания CAD-модели изделия на базе различных вариантов моделирования.



## **2. Алгоритм выполнения практического задания**

1. Выбрать изделие по варианту.
  2. Создать CAD-модель изделия на базе операции вытягивания
  3. Создать CAD-модель изделия на базе операций вращения и протягивания по сечениям
  4. Создать CAD-модель изделия на основе поверхностного моделирования
  5. Создать CAD-модель изделия на базе стратегий 3D смещения.
- Представить результаты моделирования.

**3. Ожидаемый (е) результат (ы):** CAD-модели изделий в соответствии с выданным вариантом задания.

## **Процедура оценивания**

Проверка соответствия результатов практической работы ожидаемому результату в соответствии с критериями оценки.

## **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практические работы выполнены в полном объеме в соответствии с заданием, не содержит серьезных ошибок и отклонений;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практические работы выполнены не в полном объеме, не соответствует заданию, содержит серьезные ошибки и отклонения.

## **10. Образовательные технологии**

Для эффективного изучения дисциплины и реализации компетентностного подхода предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (семинаров в диалоговом режиме, дискуссий, в том числе групповых, результатов работы студенческих исследовательских групп, в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии:

***Раздел 1 «Схемное моделирование технических систем на макроуровне»***- технология контекстного обучения. Предполагает систему дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста. Методы обучения предполагают анализ конкретного компьютерного моделирования технических систем

***Раздел 2 «Моделирование с использованием метода конечных элементов»***- технология контекстного обучения. Предполагает систему дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста. Методы обучения предполагают анализ конкретного компьютерного моделирования технических систем, информационное моделирование.

## 11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	Боев В. Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : [курс лекций] / В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 526 с. : ил.	курс лекций	ЭБС "IPRbooks"
2	Васькин К. Я. Компьютерное моделирование режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / К. Я. Васькин ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 81 с. : ил. - Библиогр.: с. 80-81. - ISBN 978-5-8259-0910-3.	учебное пособие	Репозиторий ТГУ
3	Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 176 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1533-5.	учебное пособие	ЭБС "Лань"

### 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
1.	Тупик Н. В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Тупик. - Саратов : Вузовское образование, 2013. - 230 с. : ил. - (Высшее образование).	учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

<b>№ п/п</b>	<b>Библиографическое описание</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)</b>	<b>Количество в библиотеке</b>
2	Поршнеv С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. В. Поршнеv. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 727 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1063-7.	учебное пособие	ЭБС "Лань"
3	Математическое моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. А. Коробова [и др.] ; Воронежский гос. ун-т инж. технологий ; [науч. ред. Л. А. Коробова]. - Воронеж : ВГУИТ, 2017. - 112 с. : ил. - ISBN 978-5-00032-247-5.	учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"
4	Ахмадиев Ф. Г. Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. М. Гильфанов ; Казан. гос. архит.-строит. ун-т. - Казань : КГАСУ, 2017. - 179 с. : ил. - ISBN 978-5-7829-0534-7.	учебное пособие	ЭБС "IPRbooks"

• другие фонды:

<b>№ п/п</b>	<b>Библиографическое описание</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)</b>	<b>Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)</b>
1	Зотов, А. В. Реализация CAD/CAM-моделирования на базе фрезерной машины Roland MDX-20 : Электронное учеб.-метод. пособие / А В. Зотов. - Тольятти : Из-во ТГУ, 2016. – 1 оптический диск.	Учебное пособие	Репозиторий ТГУ
2	Васькин, К.Я. Компьютерное моделирование режущего инструмента:	Учебно-методическое пособие	Репозиторий ТГУ

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)
	электронное учебно-методическое пособие / К.Я. Васькин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015.		

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

МП

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.М. Асаева

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Google Scholar – поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. Ищет статьи, в том числе и на русском языке. Что не маловажно, рассчитывает индекс цитирования публикаций и позволяет находить статьи, содержащие ссылки на те, что уже найдены.

2. Российская государственная библиотека (РГБ), г. Москва – <http://www.rsl.ru>.

3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2006 гг. На данный период в ЭБ уже собрано более 11 тыс. учебных материалов различных вузов России. В ЭК – более 30 тыс. описаний, а так же есть "Глоссарий" и раздел "Система новостей" по названной тематике. Это уникальный образовательный проект в русскоязычном Интернете. Полный доступ ко всем ресурсам, включая полнотекстовые материалы библиотеки, предоставляется всем пользователям в свободном режиме – <http://window.edu.ru>.

4. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знания – <http://www.edulib.ru>

### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	1398	Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно
3	Компас 3D	250	Договор № 652/2014 от 07.07.2014 Бессрочная

### 11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1	Учебная аудитория для проведения	Стол преподавательский,	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул.	71,5	66

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е-309)	столы ученические двухместные (моноблок) , стул, доска аудиторная (меловая), кафедра, проектор, экран, процессор	Белорусская, 16В		
2	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования	Компьютерный стол стол преподавательский, стул доска аудиторная (меловая), стол ученический., компьютеры.	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16В	51,7	14

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	(выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Е304)				
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего	Переносной проектор, экран, компьютерный стол, стол преподавательский, стул, доска аудиторная, стол ученический двухместный, ПК	445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, 16В	52,9	15



№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	контроля и промежуточной аттестации. (Е306)				
	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	Стол ученический, стул, ПК с выходом в сеть интернет	445020 Самарская область, г. Тольятти, ул.Белорусская,14, позиция по ТП № 48, 4 этаж, (Г-401)	84,8	16