



ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

Применение современных прикладных программных продуктов в нефтяной промышленности

Автор:

Фокина Ксения Сергеевна

Учащаяся 10 Роснефть-класса

МОАУ «СОШ №6» г.Бузулука

Научный руководитель:

Марисова Елена Алексеевна

Классный руководитель Роснефть-класса

Бузулук, 2022

Содержание

1.Аннотация	3
2. Введение	4
3. Основная часть	6
3.1 Основные термины и понятия	6
3.2 Классификация программных прикладных продуктов	7
3.3 Современное программное обеспечение нефтяной отрасли.....	9
3.4 Преимущества и перспективы использования прикладных программ ...	15
3.5 Практическая часть	16
3.5.1 Установка программы Компас-3D и изучение приемов работы в программе	16
3.5.2 Моделирование с использованием программы Компас-3D.....	18
3.5.3 Построение чертежей с использованием программы Компас-3D	22
4.Заключение	24
5.Список литературы	25
6. Приложение	26

1.Аннотация

Фокина Ксения Сергеевна

Муниципальное общеобразовательное автономное учреждение города Бузулука
"Средняя общеобразовательная школа № 6 имени А.С.Пушкина"

10 Роснефть-класс

«Применение современных прикладных программных продуктов в нефтяной промышленности»

Руководитель работы: классный руководитель Роснефть-класса Марисова Елена Алексеевна.

Цель проектной работы: анализ перспективности, систематизация и выяснение основных принципов современных прикладных программных продуктов, используемых в нефтяной промышленности.

Продукты проекта: 3-D моделирование и чертеж нефтяного центробежного насоса ТКА 63/80 в прикладной программе Компас- 3D.

В процессе выполнения проекта были изучены, классифицированы современные программные прикладные продукты, используемые в нефтяной промышленности и определены перспективы их использования.

2. Введение

Нефтяная промышленность является ведущей отраслью российского производства, формирующей национальную экономику. Для повышения эффективности и оптимизации производственных процессов необходимо современное программное обеспечение. Использование инновационных программных прикладных продуктов позволяет повысить эффективность производственных процессов, снизить себестоимость и обеспечить экологическую безопасность. Долгое время лидирующие позиции в сфере нефтяного программного обеспечения внутри нашей страны занимали иностранные компании, что позволило нашим добывающим компаниям быстро выйти на так называемый "мировой уровень". Однако сложная экономическая и политическая ситуация в мире, уход некоторых иностранных компаний-разработчиков с российского рынка привели к острой необходимости формирования российского рынка отечественных технологических и информационных систем.

Актуальность: в условиях роста темпов современного технологического развития прикладные программные продукты позволяют увеличить эффективность работы нефтегазового комплекса, обеспечить его экологизацию, а стратегия устойчивого развития отечественной промышленности диктует необходимость создания и усовершенствования российского программного обеспечения.

Объект исследования: прикладные программные продукты.

Предмет исследования: прикладные программные продукты в нефтяной отрасли.

Цель проектной работы: Анализ перспективности, систематизация и выяснение основных принципов современных прикладных программных продуктов, используемых в нефтяной промышленности.

Задачи проектной работы:

1. Проанализировать виды программных прикладных продуктов.
2. Выяснить значение терминов.
3. Изучить особенности различных видов программных комплексов.
4. Создать классификацию программных комплексов
5. Раскрыть целесообразность и перспективы применения программных прикладных продуктов.

6. Выяснить, какие современные прикладные программы применяются в нефтяной промышленности.

7. Выполнить моделирование и чертеж в профессиональной прикладной программе Компас-3D.

8. Обобщить полученные результаты и подвести итоги.

Гипотеза: мы предполагаем, что существует большой выбор современных прикладных программных продуктов и их применение дает возможность повышения технико-экономических показателей и оперативности производственных процессов в нефтяной отрасли.

Продукт проекта: 3-D модель, чертеж нефтяного насоса.

Методы исследования: изучение различных источников информации (научной литературы, Интернет-ресурсов), анализ, систематизация, сравнение, моделирование.

3. Основная часть

3.1 Основные термины и понятия

Прикладная программа или приложение — программа, ориентированная на решение конкретных задач, рассчитанная на взаимодействие с пользователем. К прикладному программному обеспечению относятся компьютерные программы, написанные для пользователей или самими пользователями для задания компьютеру конкретной работы.

Спецификация - это текстовый конструкторский документ, содержащий перечень всех составных частей сборочной единицы, а также конструкторских документов, относящихся к этому изделию и его неспецифицируемым составным частям.

Системы автоматизированного проектирования (САПР, CAD/CAM/CAE)-автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования. Назначение: разработка на компьютере чертежей, схем, 3D-моделей, конструкторской и технологической документации.

Программное средство - программа или логически связанная совокупность программ, находящаяся на машинных носителях данных и снабженная документацией.

Сервисная программа – программа, способствующая повышению производительности труда программистов и пользователей, автоматизируя некоторые операции взаимодействия их с компьютером (редакторы: текстовый, графический, экранный).

Интерфейс — граница между двумя функциональными объектами, требования к которой определяются стандартом; совокупность средств, методов и правил взаимодействия (управления, контроля и т. д.) между элементами системы. Интерфейс — это «проводник» между человеком и программой, операционной системой, техническим устройством или способ взаимодействия приложений между собой.

3D моделирование - процесс разработки математического представления на основе координат любой поверхности объекта (неодушевленного или живого) в трех измерениях с помощью специализированного программного обеспечения путем манипулирования ребрами, вершинами и полигонами в моделируемом 3D-пространстве.

Нефтяная промышленность — отрасль экономики, занимающаяся добычей, переработкой, транспортировкой, складированием и продажей полезного природного ископаемого — нефти и сопутствующих нефтепродуктов. К смежным отраслям промышленности относят: геофизику, бурение, производство нефтегазового оборудования.

3.2 Классификация программных прикладных продуктов

Существует три основных типа программного обеспечения: системное (называемое также общим), прикладное (называемое специальным) и инструментальное. Каждый тип программного обеспечения выполняет различные функции. К прикладному программному обеспечению относятся программы, предназначенные для выполнения определенных пользовательских задач и рассчитанные на непосредственное взаимодействие с пользователем. Целевым назначением прикладных программных продуктов является эффективная разработка и выполнение определенных, обычно, сложных совокупностей пользовательских задач.

Типы программного обеспечения были проанализированы и составлены три вида классификации программных продуктов.

1. Классификация по назначению прикладного программного обеспечения.



Рисунок 1 – Классификация программного прикладного обеспечения

2. Классификация программных продуктов по функциональному принципу.

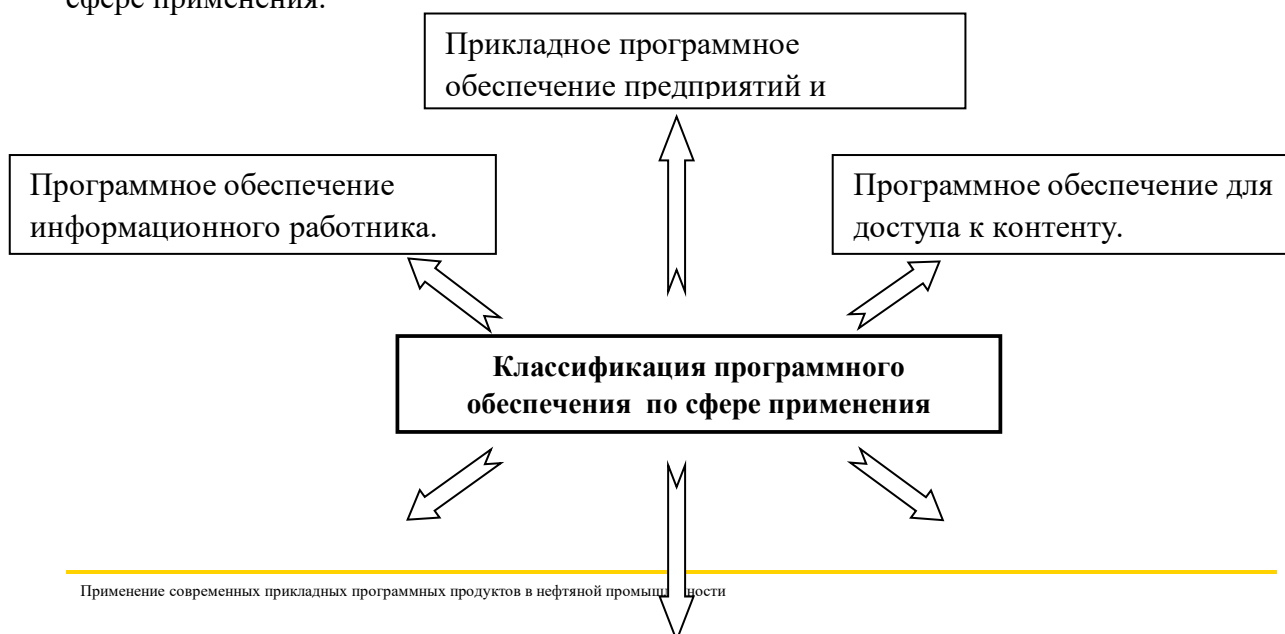
Такая классификация дает представление о возможностях и перспективах современных компьютерных технологий в решении производственных задач нефтедобывающего предприятия различного уровня.



Рисунок 2- Классификация по функциональному принципу

3. Классификация по сфере применения.

В результате анализа областей применения была составлена классификация по сфере применения.



Инструментальные
программные средства в

Имитационное программное
обеспечение.

Прикладные программы для
проектирования и конструирования.

Рисунок 3- Классификация по сфере применения

3.3 Современное программное обеспечение нефтяной отрасли

1. Программный комплекс tNavigator - одно из немногих отечественных программных решений для нефтегазовой отрасли, которое не только не уступает, но и превосходит западные аналоги по скорости счета. В программе существуют модули: дизайнер моделей, дизайнер сетей, дизайнер скважин, PVT-дизайнер, термическая модель, композиционная модель, черная нефть (моделирование трехфазной среды), графический интерфейс. Преимуществами программы являются: интегрированное моделирование, облачные вычисления, искусственный интеллект, закачка углекислого газа в пласт и другие. Достаточно простой в использовании интерфейс программы позволяет осуществлять работу со многими CAD продуктами при минимальных знаниях интерфейса других комплексов моделирования.

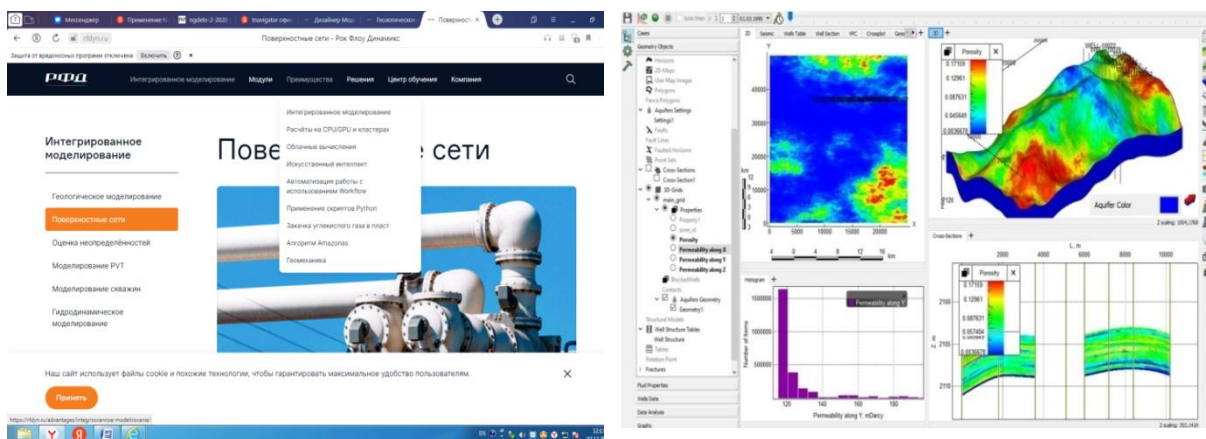
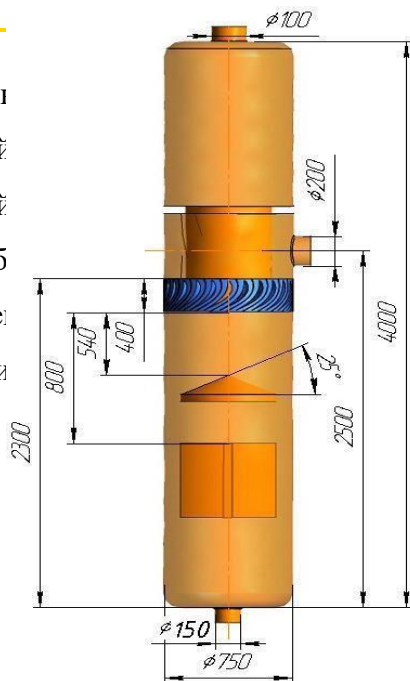


Рисунок 4- Интерфейс программного комплекса P3DB/Navigator

2. STAR- CCM+ - программный комплекс последнего поколения, который осуществляет расчет разноплановых задач механики сплошных сред, таких как: гидрогазодинамика, расчет реагирующих потоков, термодинамика, расчет механической нагрузки. В последней версии STAR-CCM+ реализованы следующие

возможны
модели
модели
Разнообразие
по своим
описаниям



Свойства нефти и газа:

- ❖ **Нефть:** Плотность = $889(\text{кг/м}^3)$,
Вязкость = 1,5 (сП).
- ❖ **Газ:** Вязкость = $1,185 \cdot 10^{-5} (\text{кг/(м*с)})$.

Параметры расчетной сетки

- ❖ Число узлов: 475017
- ❖ Число элементов : 418702
- ❖ из них : тетраэдров - 16702, гексаэдров – 402000

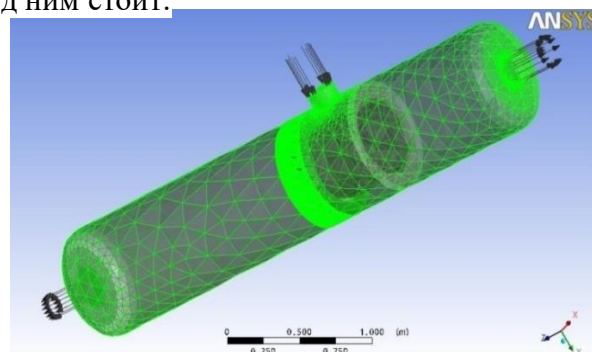


Рисунок 5- Расчет мультифазного сепаратора в пакетах гидрогазодинамического моделирования

3. Surfer Golden Software Surfer – мощный картографический пакет для ученых и инженеров. Surfer – трехмерная программа вычерчивания поверхности карт, которая выполняется в среде Microsoft Windows, является американской разработкой. Она быстро и легко преобразует Ваши данные в контур, поверхность, каркас, вектор, изображение, заштрихованную область и почтовые карты. Фактически все параметры карт могут быть настроены для получения желаемого изображения. Математическую основу пакета составляют алгоритмы интерполяции двумерных функций для расчета значений в узлах регулярной сетки по исходным данным в произвольных точках области.

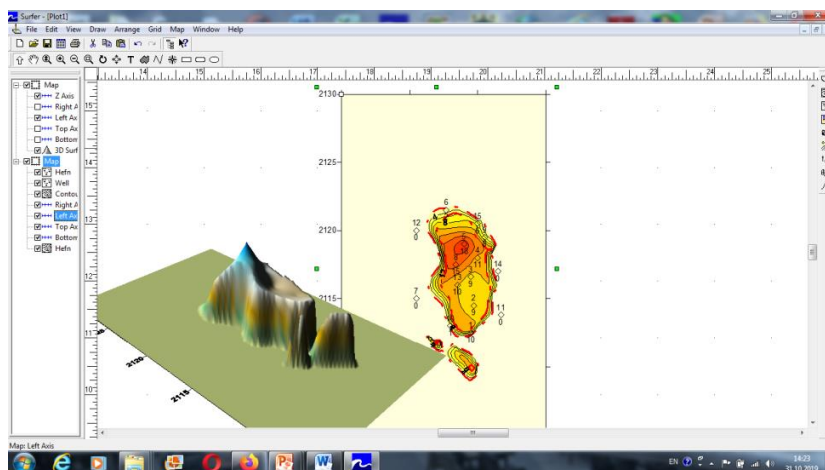


Рисунок 6- Создание карты эффективных нефтенасыщенных толщин

4. DV-Geo - программный комплекс предназначен для построения и поддержки трехмерных моделей залежей нефти и газа, а также подсчета запасов на основе интегрированной интерпретации геолого-геофизических и промысловых данных. Программы разработаны специалистами ОАО "Центральная Геофизическая Экспедиция". Основное назначение программного пакета DV-Geo – это обеспечение пользователя удобным и надежным инструментом для построения геологической и гидродинамической модели месторождения.

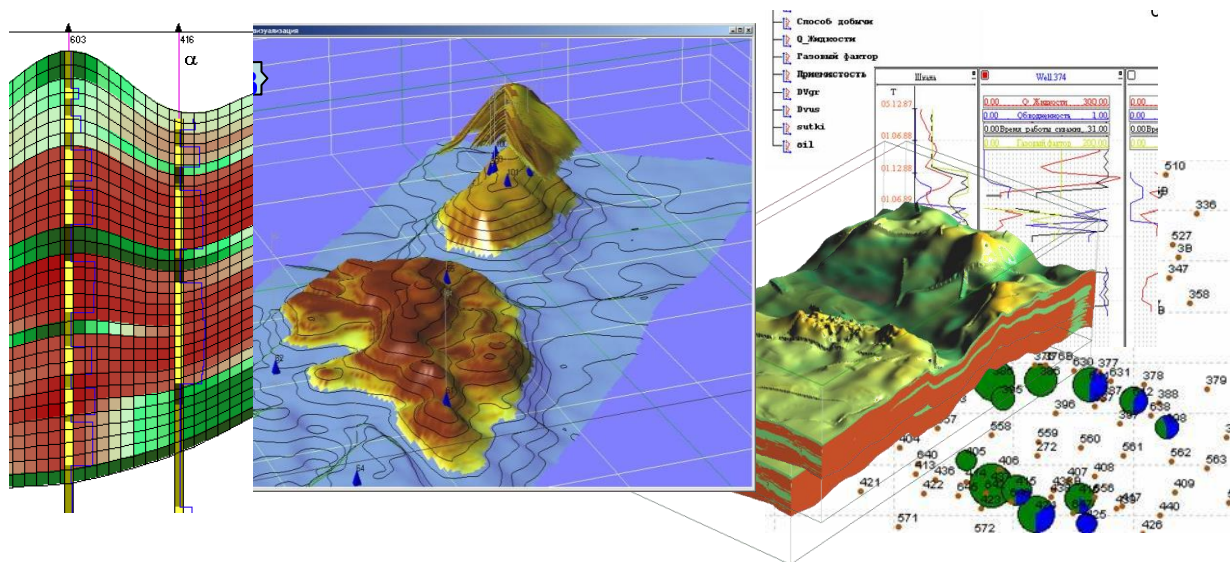


Рисунок 7 - Моделирование, географические информационные системы в DV-Geo

5. Программный комплекс PETREL предназначен для проведения целого спектра работ: от интерпретации данных сейсморазведки, построения 3D геологических моделей до гидродинамического моделирования. Разработан в Норвегии. Создание геологических моделей является основой для проектирования

разработки месторождений. Также PETREL может быть использован для предварительной и завершающей обработки данных, таких как свойства флюидов, способ закачивания скважин, история добычи и планирование геолого-технологических мероприятий, гидродинамические расчеты.

6. Программные комплексы РН - программное обеспечение ПАО «НК «Роснефть» в области разработки месторождений.

РН-КИН – экспертно-аналитический программный комплекс для решения задач управления разработкой нефтегазовых месторождений, позволяет анализировать выработку запасов и оценивать динамику пластового давления, выполнять оптимизацию и дизайн геолого-технических мероприятий, проектирование и мониторинг

месторождений, планирование исследования скважин, оптимизировать систему поддержки пластового давления.

РН-КИМ - это гидродинамический симулятор, предназначен для создания и анализа трехмерных цифровых моделей месторождений. Цифровую модель месторождения используют для подсчета запасов и прогнозирования добычи углеводородов. Модель учитывает геолого-промысловую информацию о месторождении, воспроизводит работу скважин и представляет собой цифровой двойник месторождения для анализа.

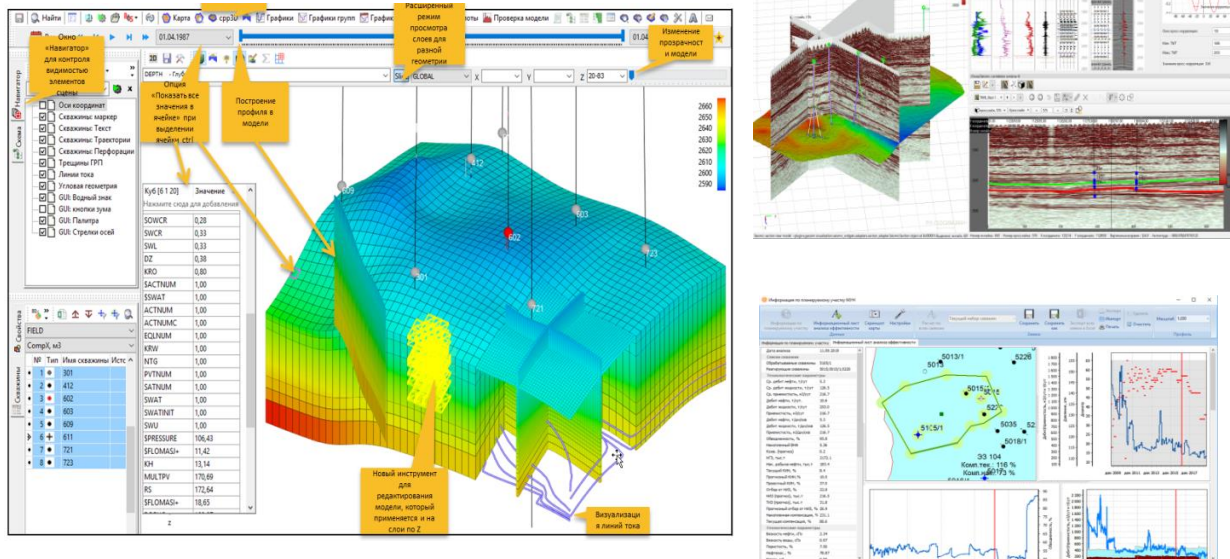


Рисунок 8 – Моделирование, графики и расчеты в программах РН

РН-ПЕТРОЛОГ – новый программный комплекс, разработанный специалистами Роснефть для обработки и интерпретации данных геофизических исследований скважин. Новое IT-решение создано на основе алгоритмов, отвечающих современным

трендам петрофизики и интеллектуального анализа данных. Уникальные особенности «РН-ПЕТРОЛОГ» - это графический интерфейс построения рабочего процесса и интеграция в линейку наукоемкого ПО Компании.

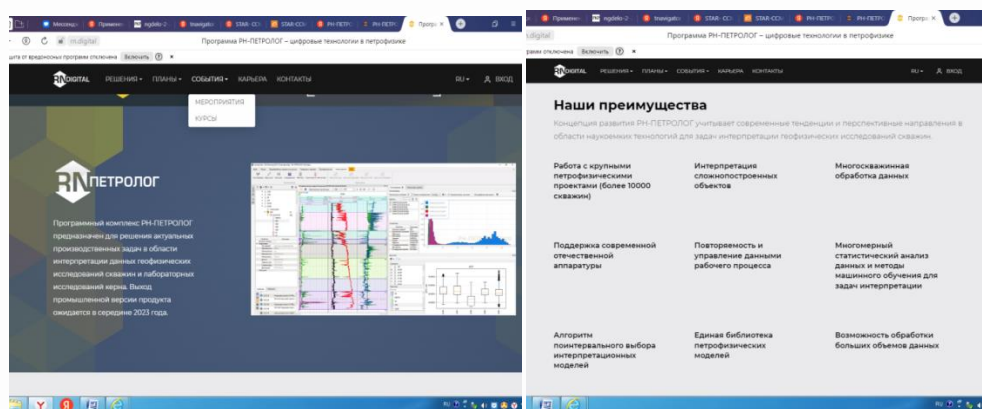


Рисунок 9 – Интерфейс РН-ПЕТРОЛОГ

РН-Визор - программное обеспечение сбора, обработки и визуализации данных в реальном времени, которое устанавливается на станции управления флота.

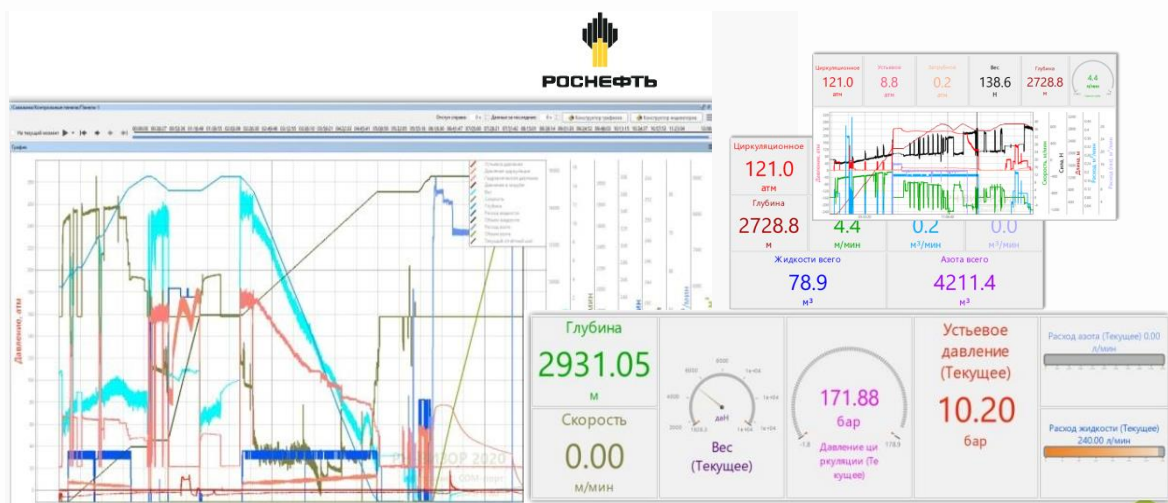


Рисунок 10 – Интерфейс программного комплекса РН-Визор

РН-ГРИД обеспечивает выполнение всех инженерных расчётов, необходимых для проектирования и анализа гидроразрыва пласта.

РН-ГОРИЗОНТ+ предоставляет полный набор инструментов для управления траекторией горизонтальной скважины во время бурения с целью ее оптимального размещения в целевой зоне.

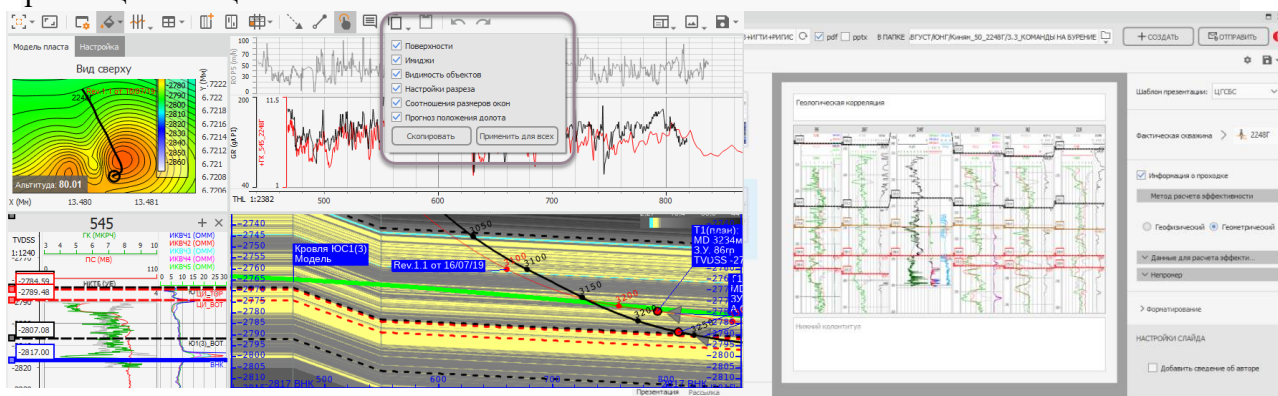


Рисунок 11 – Моделирование пластов и автооформление каротажа в РН-ГОРИЗОНТ+

7. Программное обеспечение Техсхема - разрабатывается и активно применяется на практике в ПАО "Сургутнефтегаз" более 20 лет. Программный комплекс предназначен для решения следующих задач: проектирование скважинной разработки неф-
тяных, водонефтяных, газонефтяных и газоводонефтяных месторождений;
создание и ведение оперативных и постоянно-действующих геолого-технологических

моделей месторождений; экономическая оценка проектных решений и формирование проектной документации в соответствии с отраслевыми регламентами.

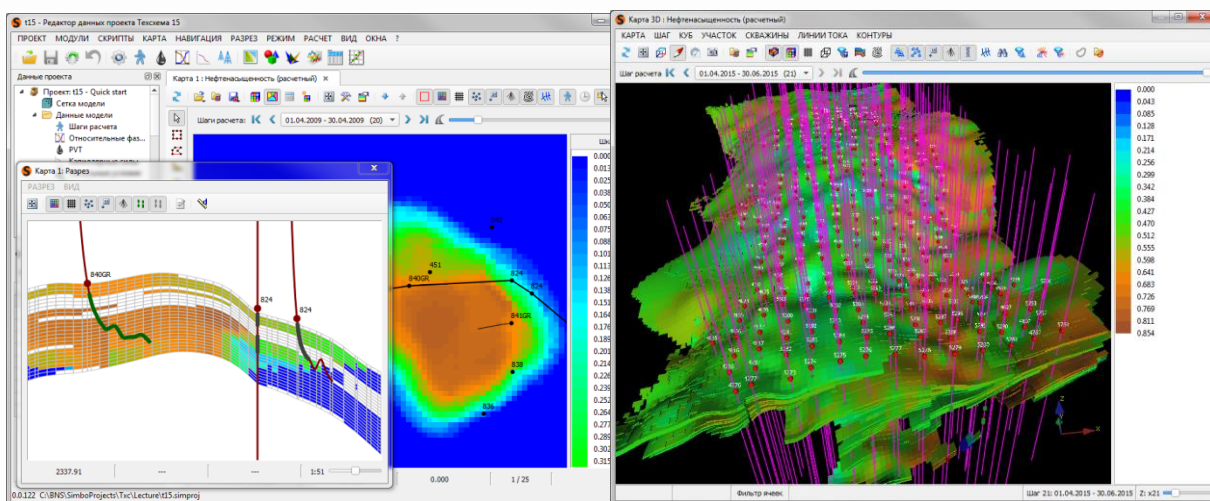


Рисунок 12 – Оперативные модели и нефтенасыщенность в программе Техсхема

8. КОМПАС-3 D – программа, позволяющая осуществлять проектирование любых изделий, конструкций, нефтегазового, геофизического, нефтеперерабатывающего и нефтехимического оборудования, а также создавать модели и чертежи любой степени сложности. Программа построена на основе использования математического ядра CD3, поддерживает наиболее распространенные форматы 3D-моделей (DWG, ACIS, STEP и проч.). В настоящее время программные решения АСКОН под торговыми марками КОМПАС и ЛОЦМАН внедрены в ведущих нефтяных и газовых компаниях России, таких, как ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь, ТНК-Нижневартовск, Сургутнефтегаз, основные подразделения АНК «Башнефть», Уренгойгазпром и другие, а также используются основными отраслевыми вузами.

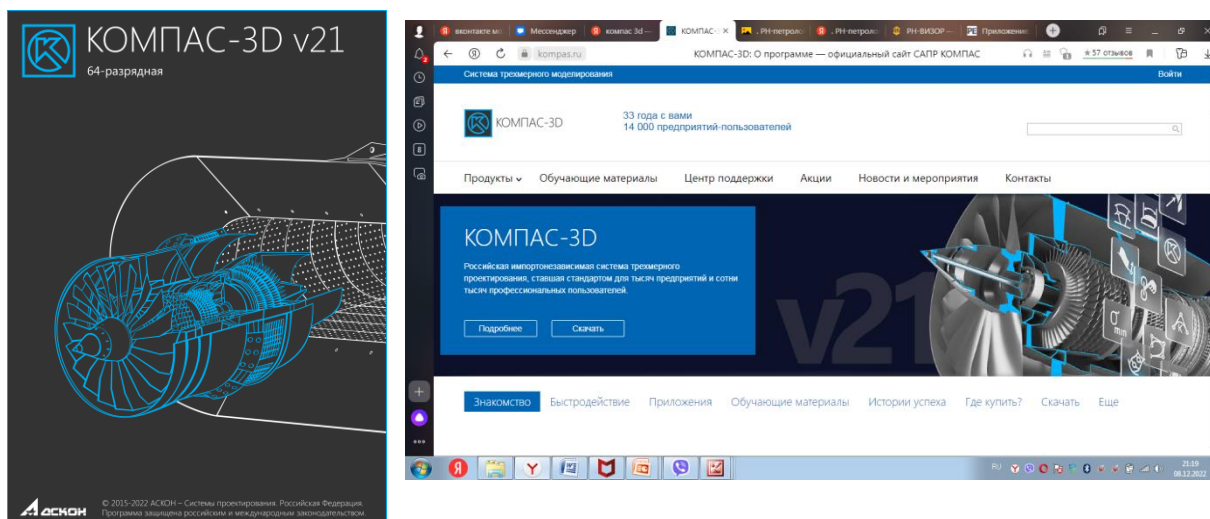


Рисунок 13- Интерфейс программы КОМПАС-3 D

3.4 Преимущества и перспективы использования прикладных программ

Прикладное программное обеспечение технологических объектов открывает следующие возможности:

- осуществлять полную диагностику технологических объектов и производить контроль во всех стадиях разработки и функционирования объекта;
- облегчить процедуру осуществления технадзора эксплуатирующей организацией и авторского надзора проектирующей организацией;
- увеличить производительность и повысить качество строительно-монтажных работ ввиду наибольшей наглядности и информативности 3D модели по сравнению с двумерными чертежами;
- ускорять процесс принятия сложных технических решений в вопросах управления проектом;
- повысить уровень диагностики подсистем объекта, технологических систем и общего технического обслуживания;
- производить быструю оценку текущего технического состояния объектов;
- пользоваться современными и наиболее точными методами конструирования для реализации проектирования разного рода информационно-коммуникационных систем в процессе эксплуатации технологического объекта.

Помимо решения задач проектирования, создания виртуальных трехмерных моделей, обработки полученных данных, не менее важной является работа с исполнительной и проектной документацией. Наряду с программными комплексами, используемыми для выполнения различных расчетов, в нефтегазовой промышленности применяются программы для подготовки, редактирования, и обработки проектной документации. Научные продукты программного обеспечения отечественного производства снизят зависимость страны от иностранных партнеров, связанную с использованием зарубежного ПО в области обработки и анализа геофизических и петрофизических данных. Глубокая автоматизация рутинных процедур (гармонизация, нормировка, увязка каротажных данных), программируемые интеллектуальные модели принятия решений современные алгоритмы обработки данных – все это позволяет повысить эффективность производства на любом уровне и этапе работ. Развитие технологического потенциала и цифровизация процессов – один из приоритетов в деятельности нефтяных компаний.

3.5 Практическая часть

3.5.1 Установка программы Компас-3D и изучение приемов работы в программе

Для выполнения 3D-моделирования и чертежей была установлена учебная версия программного продукта Компас-3D, которая предлагает возможности полнофункциональной версии программного обеспечения с ограничением по сроку действия лицензии. Программа содержит обучающие сайты, Азбуку моделирования, в которой рассматриваются основные приемы трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц. В Азбуке-график рассматриваются основные приемы создания комплекта конструкторских документов: сборочных чертежей, рабочих чертежей и спецификаций в системе КОМПАС–График.

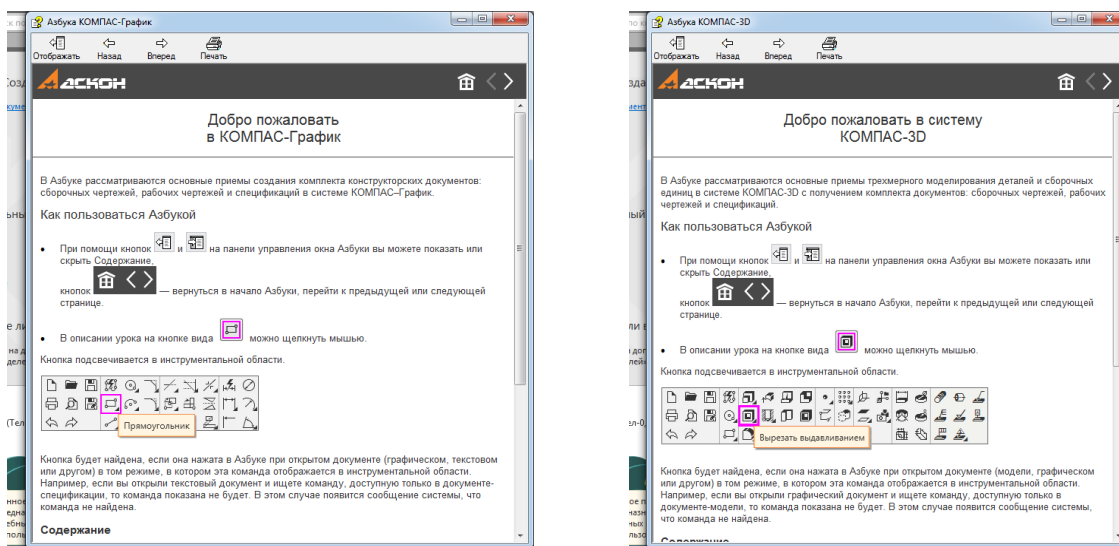


Рисунок 14- Азбука-Моделирование и Азбука-График

Так же в программе есть сайт дистанционного обучения, служба поддержки, форум пользователей, есть перечень приложений, которые можно дополнительно загрузить для работы в программе, например – анимация. В программе Компас-3D можно моделировать детали, производить из них сборку, анимация позволяет увидеть собранный механизм в действии, формировать спецификации, создавать чертежи можно самостоятельно или автоматически с созданной модели. В программе можно производить проектирование трубопроводов, кабельных систем, часть разработки проектов происходит автоматически, есть встроенный модуль для разработки

электрических цепей. Интерфейс программы полностью на русском языке, что значительно облегчает работу.

Файл Настройка Приложения Справка

Файл Правка Выделить Вид Эскиз Моделирование Оформление Диагностика Управление Настройка Приложения Осно Справка

3.5.2 Моделирование с использованием программы Компас-3D

Для моделирования был выбран агрегат насосный ТКА 63/80 центробежный нефтяной типа К, предназначенный для перекачивания нефти, сжиженных углеводородных газов и нефтепродуктов плотностью не более 1800кг/м³. Подача 63 м³ в час, напор 80 м. вод. ст. Моделирование и сборка производились в соответствии с чертежами и спецификацией, взятой на официальном сайте производителя ОАО «Волгограднефтемаш» (Приложение 1). Первым этапом моделирования было создание деталей, из которых состоит насос и насосный агрегат в целом. Необходимые детали сборки насоса: корпус, крышка насоса, вал, корпус подшипников, колесо рабочее, гайка роторная, полумуфта, кольца уплотняющие, втулка, кольцо маслоподающее, уплотнение торцевое. Стандартные изделия: подшипники, болты, гайки, шпильки, прокладки. Для агрегата необходимы еще двигатель, подставка, защитная крышка и муфта. Некоторые детали были смоделированы в программе, остальные взяты из библиотек программы.

Моделирование муфты. Для создания детали нужно открыть вкладку Файл - Создать- Детали. При создании детали создаются эскизы, путем построения простейших геометрических фигур в соответствии с размерами чертежа в заданной плоскости, в данном случае - окружность. Далее функции Выдавливания, Вращение и Изометрия позволяют получить объемные изображения.

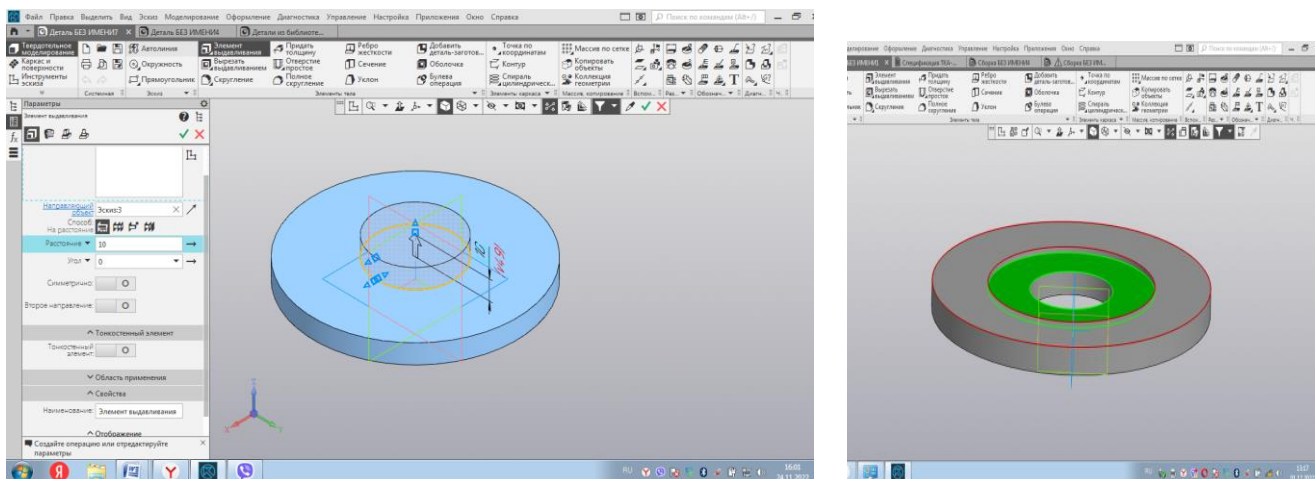


Рисунок 18- Создание эскиза и выдавливание

При создании деталей используем твердотельное моделирование, где во вкладке свойств компонента выбираем материал, в данном случае – сталь 10.

В программе можно изменять цвет, материал и другие параметры компонентов.

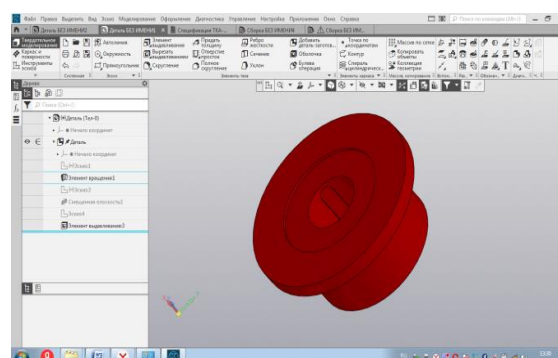
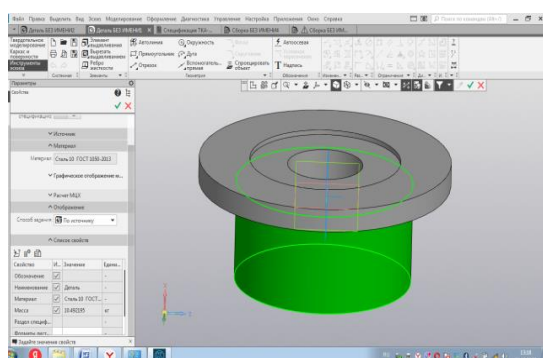


Рисунок 19- Выбор материала, изменение цвета и моделирование муфты

При моделировании вала создавался эскиз – строилась ось в соответствии с длиной вала, с помощью отрезков создавался контур вала, а затем во вкладке выдавливание выбираем вращение, ось и объект вращения – получаем объемную модель.

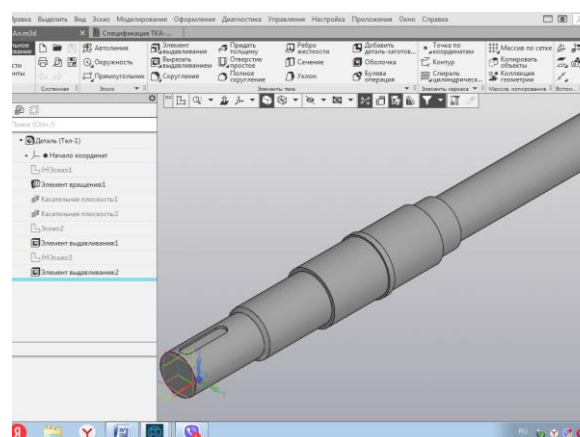
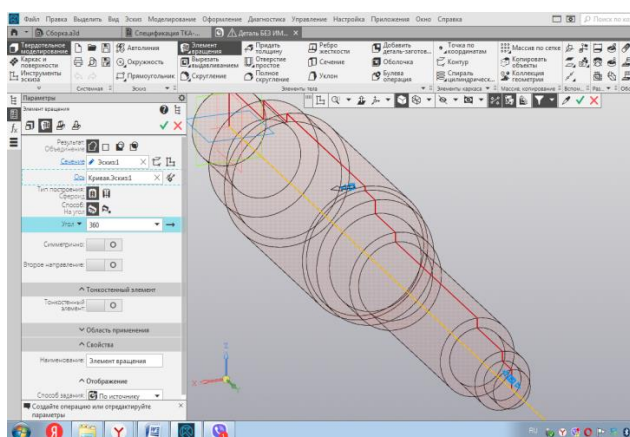


Рисунок 20 – Моделирование вала

Смоделировав и собрав необходимые детали можно приступать к подборке компонентов, добавляя их из файла.

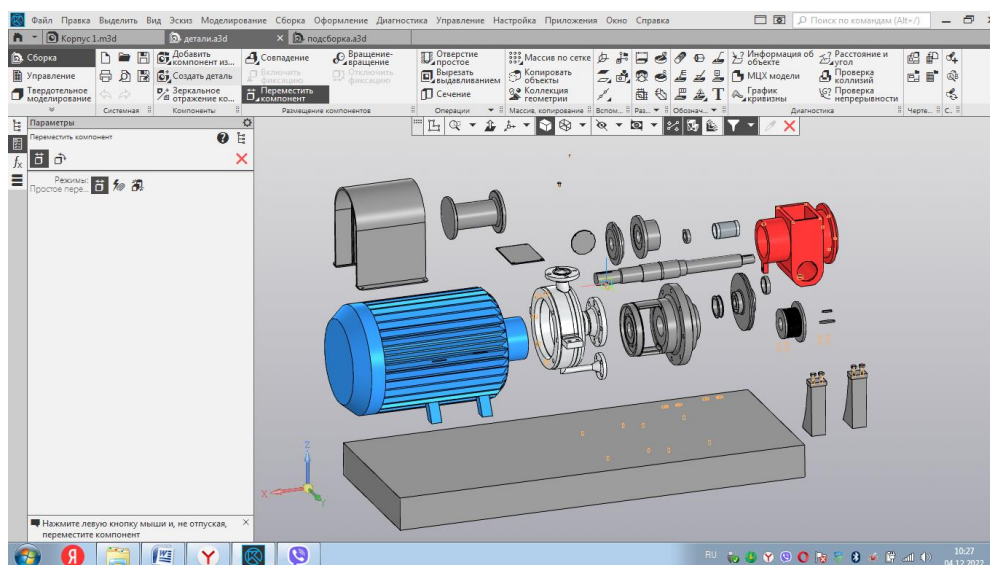


Рисунок 21 – Детали и компоненты для сборки насосного агрегата

Болты и гайки выбирались непосредственно из библиотеки стандартных изделий в соответствии с ГОСТом, указанным в спецификации.

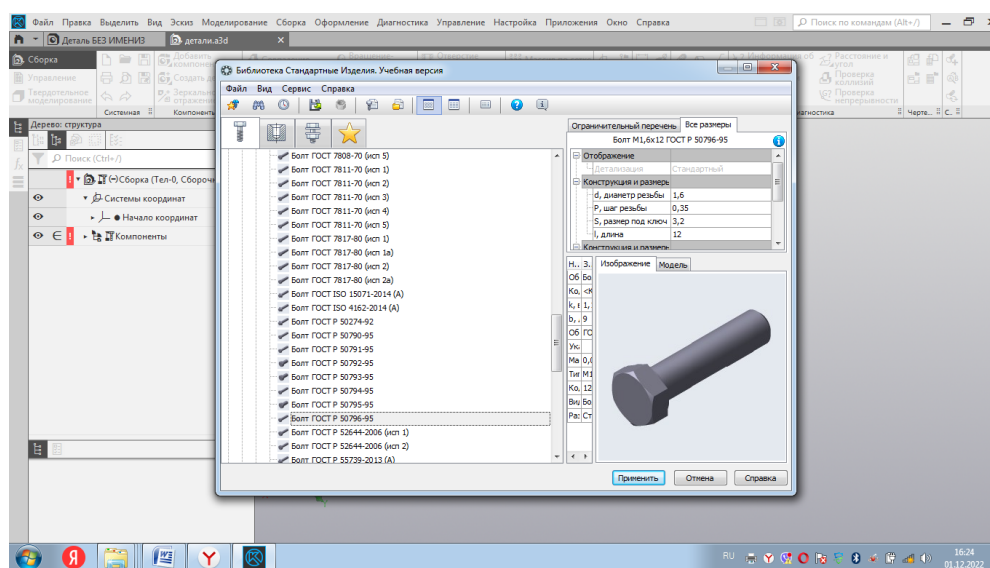


Рисунок 22 – Добавление стандартных деталей

После того, как все детали будут готовы, производится подборка компонентов. Сборка осуществляется путем использования на инструментальной панели Сопряжения, Совпадения и Соосности, выделением соответствующих поверхностей и осей. Готовые детали добавляются путем выбора компонентов из файла.

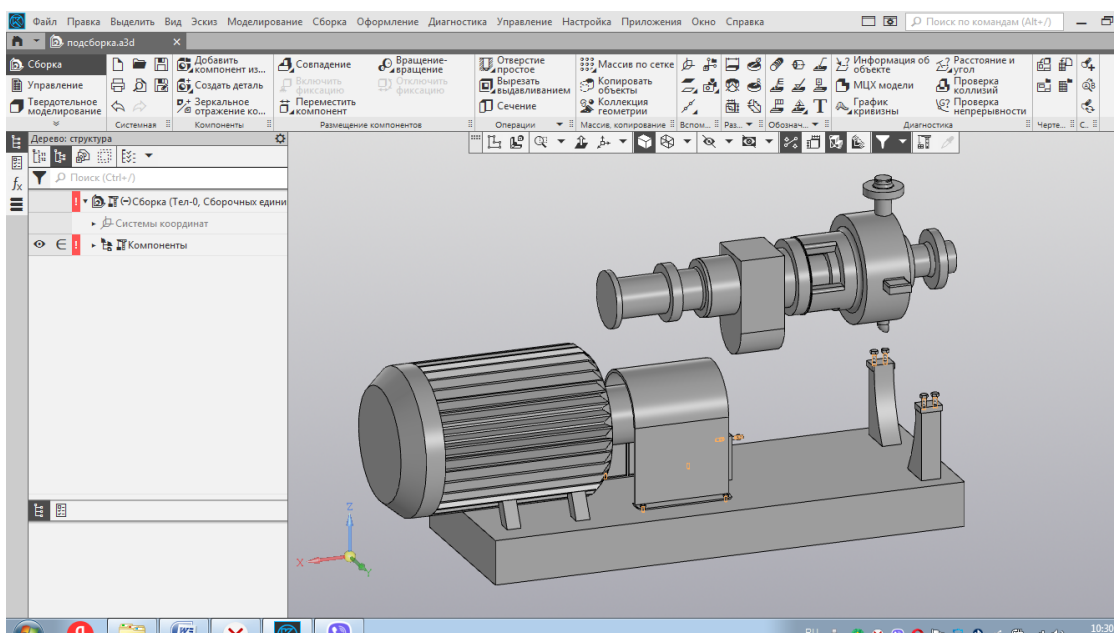


Рисунок 23 – Выполненные под сборки

Заключительная сборка насосного агрегата ТКА 63/80

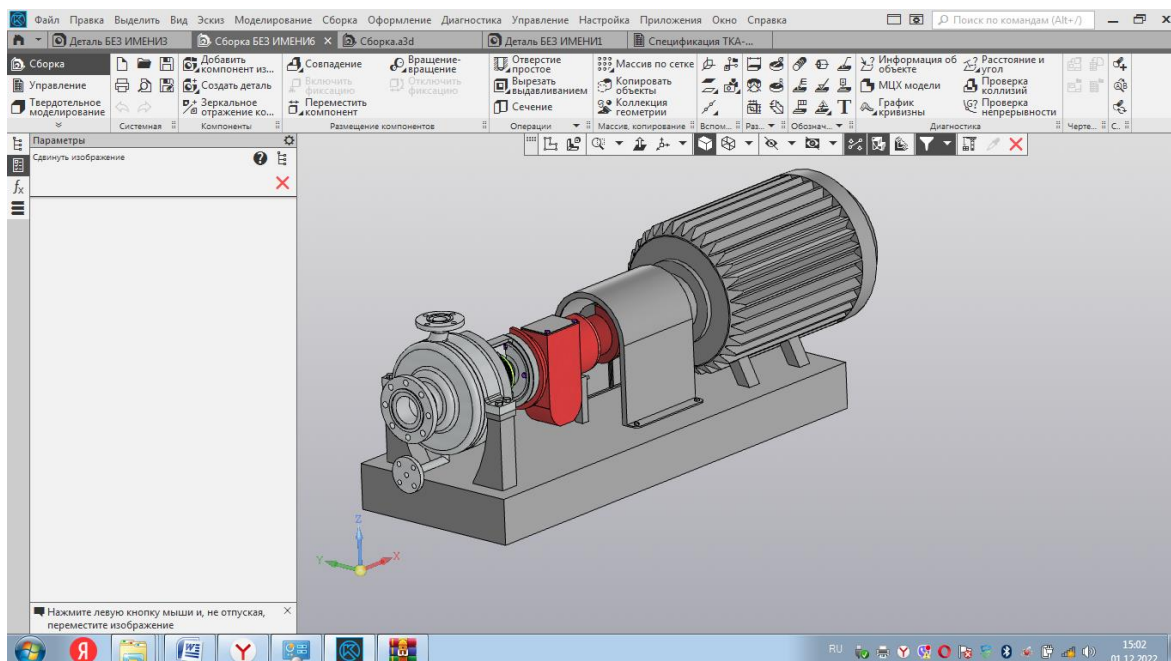


Рисунок 24 – Насосный агрегат ТКА 63/80

В программе можно произвести сечение относительно плоскости или выбранных отрезков.

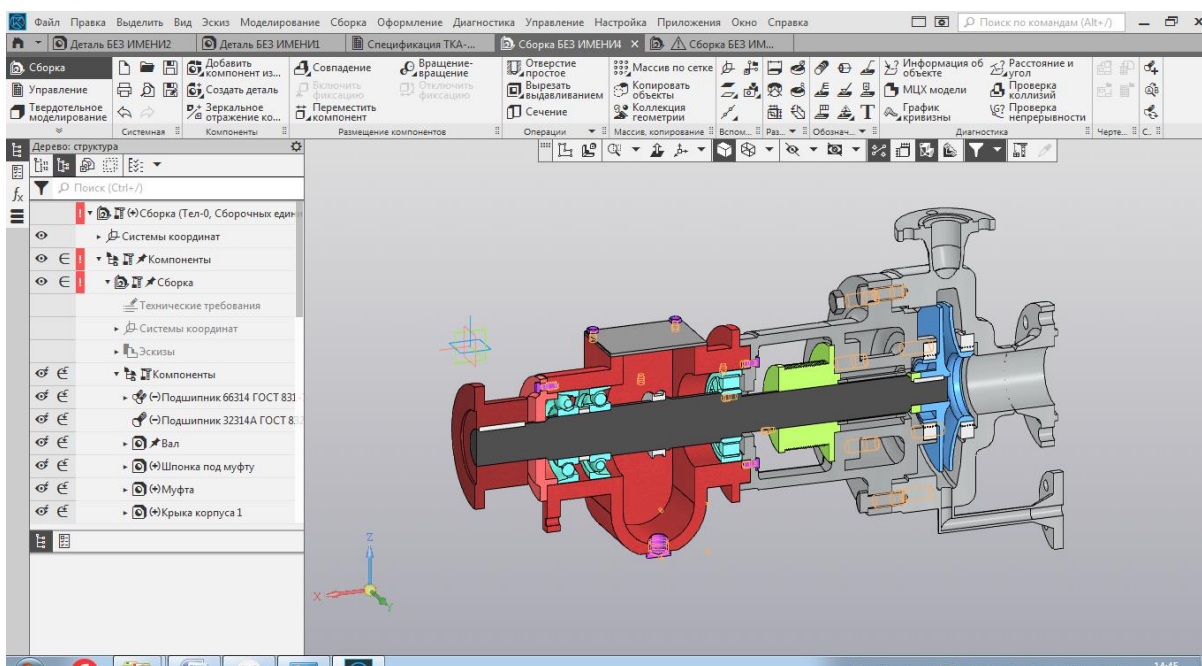


Рисунок 25- Сечение насоса

Сечение можно производить всей модели или выборочно некоторых компонентов.

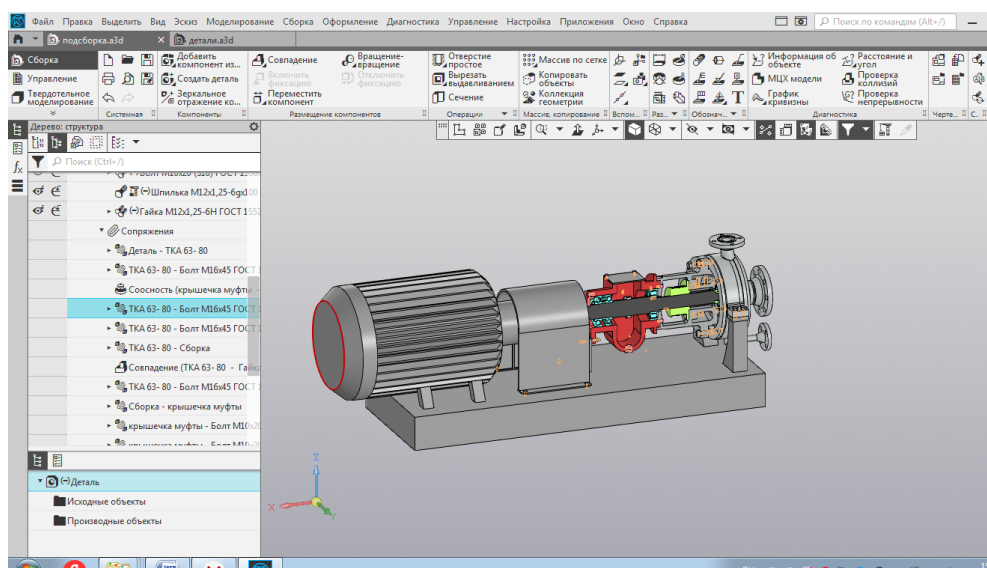


Рисунок 26 – Насосный агрегат с выполненным сечением насоса

3.5.3 Построение чертежей с использованием программы Компас-3D

В программе Компас-3D можно выполнять чертежи автоматически с созданной модели. Для этого создается документ Чертеж, выбирается из вкладки Вставка – Вид с модели. Далее выбираем Стандартные виды с модели, задаем масштаб, ориентацию видов.

Если необходимо перенести из модели обозначения и размеры, то нужно включить их отображение в разделе «Объекты»

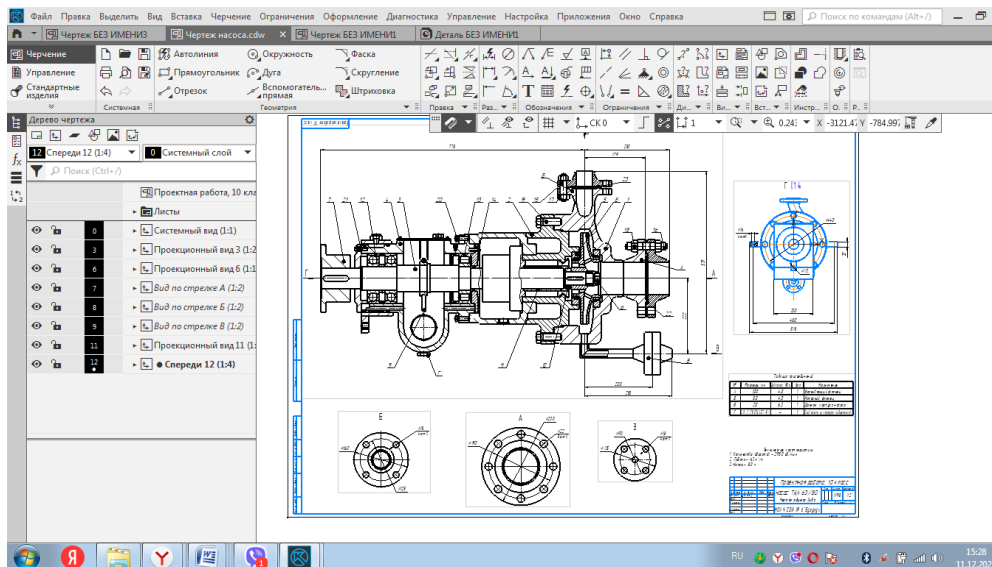


Рисунок 27- Чертеж насоса ТКА 63/80

С чертежа создается спецификация – конструкторский документ, содержащий перечень всех составных частей сборочной единицы. Спецификация создается автоматически, с использованием вкладки Спецификация.

Идентификатор	Значение	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			Документация		
A1			Насос ТКА 63/80		
			Чертеж общего вида		
			Детали		
В4	1		Корпус насоса	1	
В4	2		Крышка насоса	1	
В4	3		Вал	1	
В4	4		Корпус подшипников	1	
В4	5		Колесо рабочее	1	
В4	6		Гайка-ропаторная	1	
В4	7		Полумуфта	1	
В4	8		Кольцо уплотняющее	1	
В4	9		Кольцо маслоподводящее	1	
В4	10		Втулка	1	

Идентификатор	Значение	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
11			Уплотнение торцевое	1	
			Стандартные изделия		
12			Подшипник 66314 ГОСТ 831-75	2	
13			Подшипник 32314А ГОСТ 8328-75	1	
14			Болт М8х1х25 ГОСТ Р 50795-95	1	
15			Шпилька М16х15-6H ГОСТ 22042-76	4	
16			Шпилька М22х15-6H ГОСТ 22042-76	8	
17			Гайка М16-6H ГОСТ 22354-77	18	
18			Гайка М22х15-6H ГОСТ 15524-70	16	
19			Болт М20х2х60 ГОСТ Р 50795-95	12	
20			Болт М10х12х35 ГОСТ Р 50795-95	12	
21			Болт М10х1х30 ГОСТ Р 50795-95	6	
22			Прокладка В-10-40-ПОН-А ГОСТ 5160-86	1	
23			Прокладка В-50-40-ПОН-А ГОСТ 5160-86	1	

Рисунок 28- Создание спецификации

4. Заключение

Современные технические средства и программные продукты в области информатизации, автоматизации технологических процессов и управления производством позволяют решать широкий круг задач по повышению эффективности разработки нефтяных месторождений, упростить процесс проектирования, снизить влияние человеческого фактора на этапе эксплуатации, улучшить технико-экономические показатели. Существует широкий спектр российских компьютерных технологий и продуктов. Развитие отечественного прикладного программного обеспечения на сегодняшний день, когда некоторые иностранные компании выводятся из страны, имеет огромное значение, как для повышения эффективности производства, так и для создания экономической и производственной независимости России в целом.

На основе обзора программных комплексов можно сделать вывод, что их использование является одним из важных аспектов в существующих отраслях

промышленности. Поэтому необходимо знать основные программные продукты, их функциональные возможности и владеть навыками работы в них. Практическое моделирование, построение чертежей в Компас-3D показало, что отечественная программа отличается простотой в использовании и широкими возможностями.

Таким образом, поставленные задачи проекта - решены, цель - анализ перспективности, систематизация и выяснение основных принципов современных прикладных программных продуктов, используемых в нефтяной промышленности – достигнута.

В перспективе планируется углубление знаний и закрепление навыков работы в программе Компас – 3D, создание анимации созданной модели, для получения подвижности собранного механизма.

5. Список литературы

1. Атрощенко В.В. Информационные технологии в нефтегазовой отрасли : учебное пособие / под ред. В. В. Атрощенко/ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа : УГАТУ, 2021.
2. Большаков В. П. 3D-моделирование в КОМПАС-3D для версий V17 и выше: учебное пособие /Большаков В.П., Чагина А.В.- Санкт-Петербург: Питер СПб, 2021.- 261с.
3. Линник Ю.Н., Кирюхин М.А. Цифровые технологии в нефтегазовом комплексе // Вестник университета. 2019. № 7. С. 37–40.
4. Лукьянова И.Э.Применение программного комплекса STAR-CCM+ в проектировании объектов систем трубопроводного транспорта /Трубопроводный транспорт/ И.Э. Лукьянова, А.Н.Якшибаев, И.Н. Якшибаев— 2019: тез. докл. XIV Междунар. учеб.-науч.-практ. конф. /Уфа, 2019.
- 5.Прахова М.Ю. Системы автоматизации в нефтяной промышленности. Учебное пособие/ М.Ю. Прахова, Е.А. Хорошавина, А.Н. Краснов, С.В. Емец.-Москва: Инфра-инженерия, 2019.-304 с.
- 6.Решми Б.И. Имитационное моделирование и системы управления/ Б.И.Решмин.-Москва: Инфра-Инженерия, 2019.-74с.
7. Соркин Л. Р., Першин О. Ю., Ахметзянов А. В., Кулибанов В. Н. // Перспективы интегрированного управления разработкой нефтяных месторождений. // Нефтяное хозяйство. – 2019

Интернет-ресурсы:

Большая Энциклопедия Нефти Газа URL: <http://www.ngpedia.ru/id333730p2.html>

Компас 3-D, официальный сайт URL: <https://kompas.ru/kompas>

Насосная продукция ОАО «Волгограднефтемаш» URL: <https://www.vnm.ru>

Программное обеспечение Техсема URL: <https://tecscheme.org/>

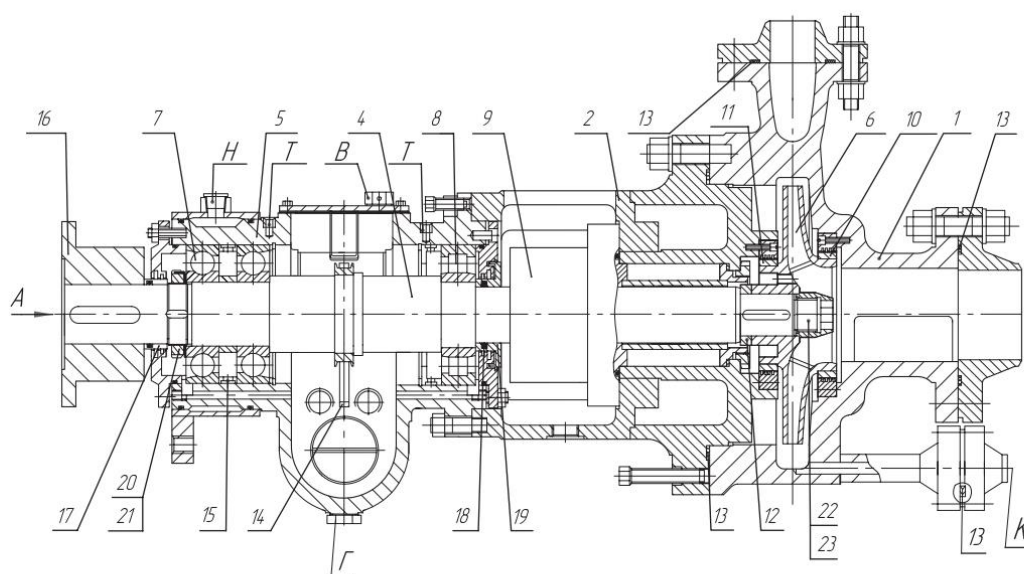
РН- программное обеспечение, официальный сайт URL: <https://rn.digital>

ТУ3631-042-00217610-2012 <https://docs.cntd.ru/document/437172338>

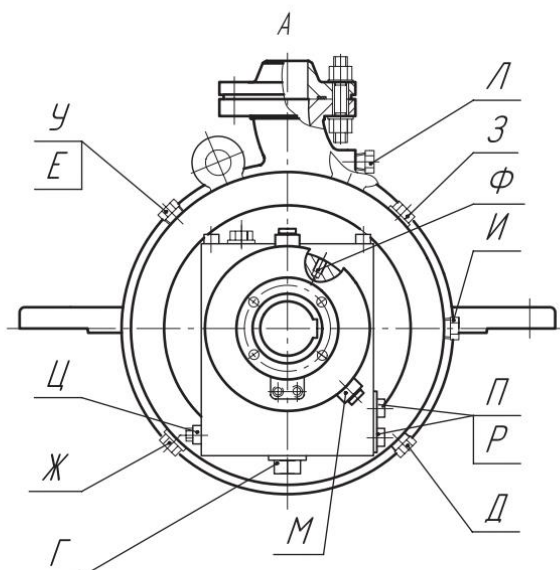
t-Navigator, официальный сайт URL: <http://www.navigator-light.ru/>

6. Приложение 1

Насос ТКА63/80

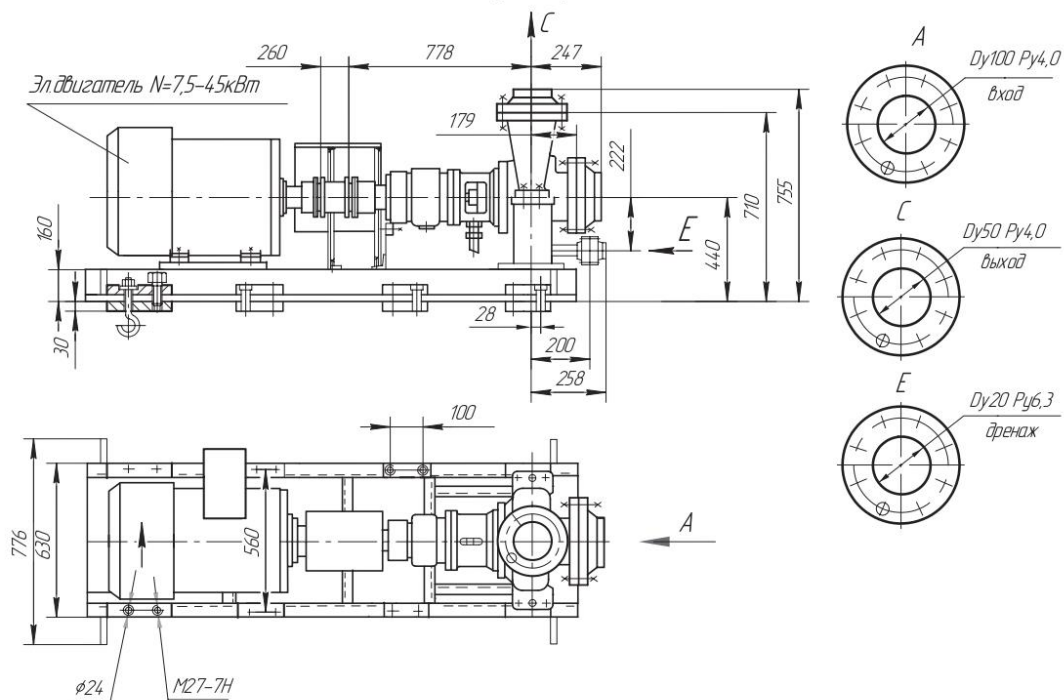


- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Корпус насоса; | 13. Прокладки спирально-навитые; |
| 2. Крышка насоса; | 14. Кольцо маслоподающее; |
| 4. Вал; | 15. Шайбы комплектовочные; |
| 5. Корпус подшипников; | 16. Полумуфта; |
| 6. Колесо рабочее; | 17. Втулка; |
| 7. Подшипники шариковые радиально-упорные; | 18. Уплотнительные кольца; |
| 8. Подшипники роликовые радиальные; | 19. Кольцо отбойное; |
| 9. Уплотнение вала; | 20-21. Гайка-шайба; |
| 10-11. Кольца уплотняющие (роторные); | 22-23. Гайка-шайба (роторные). |
| 12. Втулка; | |

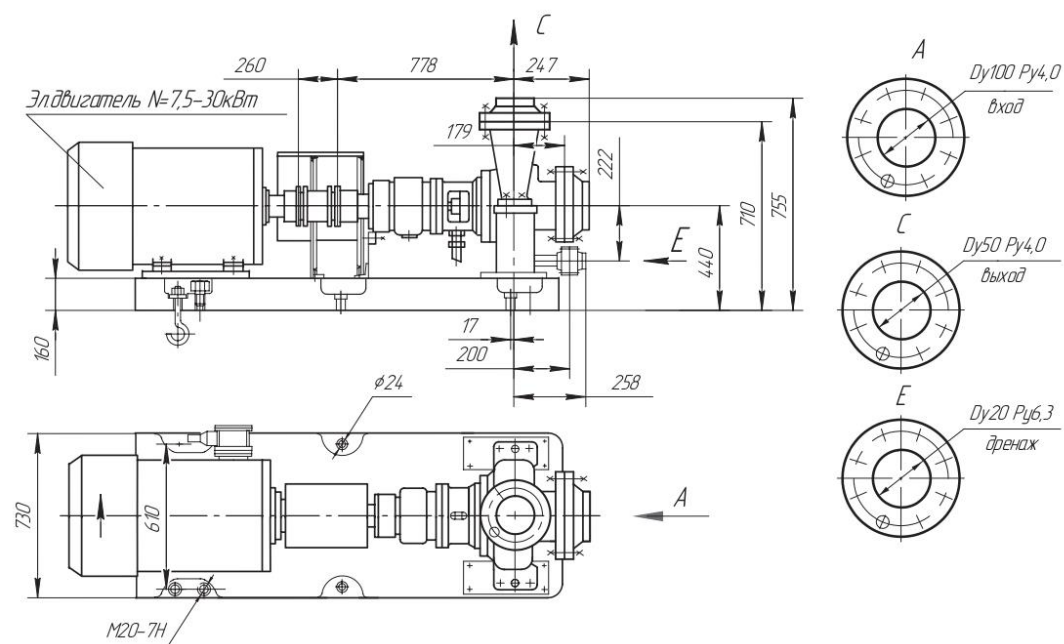


Габаритный чертеж насоса ТКА63/80

Сварная рама



Литая плита



Примечание: Размер длины рамы (плиты), количество и расположение отверстий под фундаментные болты подлежит уточнению для конкретного типа электродвигателя.