



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И АНАЛИЗА ОПЕРАЦИЙ С ГИБКИМИ  
НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫМИ ТРУБАМИ

# **RN-ВЕКТОР**

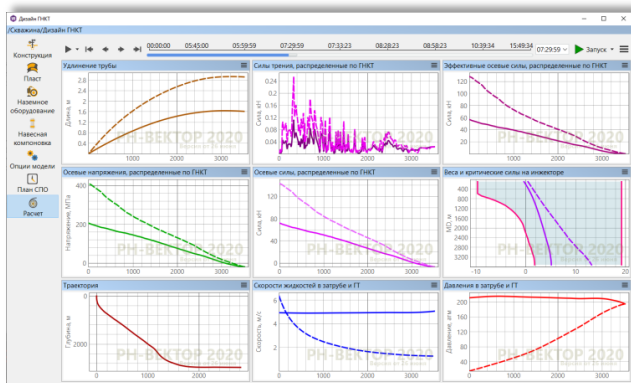
## ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ

# Моделирование и анализ операций с ГНКТ



## Описание

Симулятор гибких насосно-компрессорных труб (симулятор ГНКТ) RN-VEKTOR — промышленное программное обеспечение для математического моделирования и анализа технологических операций с применением ГНКТ



РАСЧЕТ СПУСКО-ПОДЪЕМНОЙ ОПЕРАЦИИ В RN-ВЕКТОР



**50+**  
алгоритмов  
расчета ГНКТ



**100+**  
пользователей

## Преимущества

- Расчет нагрузок на ГНКТ и критериев потери устойчивости гибкой трубы
- Учет влияния гидравлики на напряженное состояние гибкой трубы
- Учет условий формирования критического напряженного состояния гибкой трубы
- Расчет многофазной гидравлики и переноса твердых частиц

## Планы

- Расчет гидравлических характеристик для навесного оборудования
- Расчет оптимального режима промывки ствола
- Учет влияния температурных эффектов на ГНКТ
- Учет притока из пласта или поглощения жидкости пластом

# Сравнение РН-БЕКТОР с аналогами



Функциональные возможности	ATLAS	CoilCADE	Tube Flow PIC	CIRCA	Cerberus	Medco	РН-БЕКТОР
Страна	Великобритания	США	США	США	США	Великобритания	Россия
Интерфейс пользователя, загрузка, сохранение и визуализация данных, формирование отчета	+	+	+	+	+	+	+
Расчет механических усилий, оказывающих воздействие на компоновку ГНКТ в ходе ее спуска и подъема из скважины	+	+	+	+	+	+	+
Расчет предельных величин перепада давления и осевого, которые могут быть безопасно применены к секции ГНКТ	+	+	+	+	+	+	+
Расчет долговечности ГНКТ	+	+	+	+	+	+	+
Расчет потерь давления, скорости течения многофазных несжимаемых и сжимаемых флюидов в ГНКТ и скважине	+	+	+	+	+	+	+
Расчет транспортировки твердых частиц	-	+	+	+	+	+	+
Теплообмен с горной породой	-	-	+	-	-	-	+
Работа в режиме реального времени	+	+	-	+	+	+	+
Оптимизация работ компоновки ГНКТ	+	+	+	+	+	+	+
Учет взаимодействия с пластом	-	+	+	-	+	-	+
Учет влияния деформаций, вызванных усталостной нагрузкой	-	+	+	-	-	-	+
Возможность расчета модели жесткой струны	+	+	-	-	+	-	-

РН-БЕКТОР  
2020

РН-БЕКТОР  
2022

Версия 2020 – создана и промышленно применяется

Версия 2022 – в разработке

# Симулятор гибких насосно-компрессорных труб

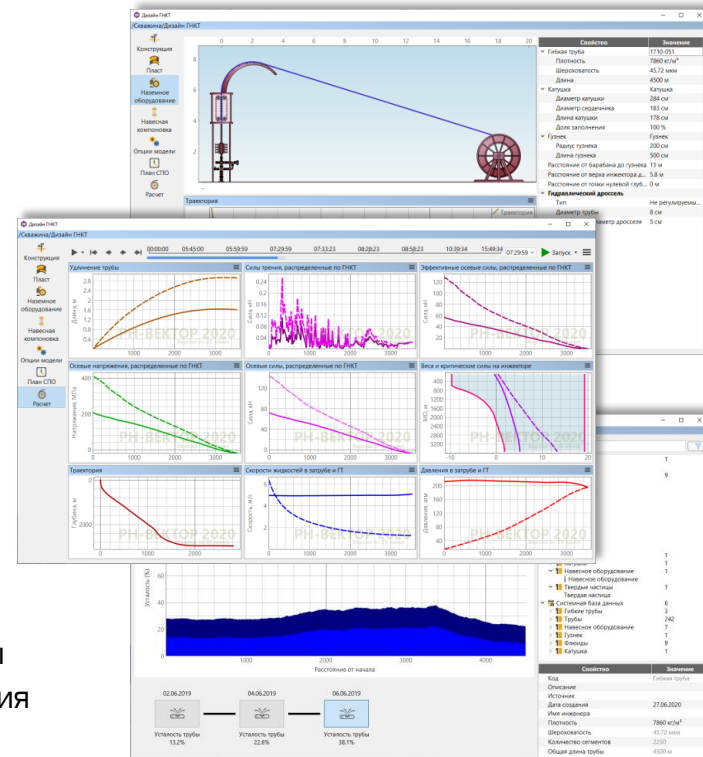


С помощью ГНКТ в нефтяных и газовых скважинах выполняются разнообразные технологические операции: промывка ствола и нормализация забоя, вызов притока и освоение скважины, фрезерование сужений для восстановления проходного сечения, ловильные работы, установка и разбуривание цементных мостов и пакер-пробок, кислотные обработки, геофизические исследования, гидropескоструйная перфорация и другое.

Симулятор ГНКТ применяется в нефтегазовой отрасли в процессах планирования, контроля и анализа применения технологии ГНКТ.

## Основные функции симулятора ГНКТ:

- расчет напряженно-деформированного состояния гибкой трубы
- расчет условий потери механической устойчивости гибкой трубы
- расчет гидравлики – однофазного и многофазного течения в гибкой трубе и внешнем затрубном пространстве
- расчет переноса многофазной средой твердых взвешенных частиц
- расчет влияния гидравлики на напряженное состояние гибкой трубы
- расчет условий формирования критического напряженного состояния трубы и возникновения пластических деформаций
- расчет накопленного усталостного износа и разрушения металла гибкой трубы
- сбор, обработка и визуализация параметров проведения операций с ГНКТ в реальном времени
- база данных свойств жидкостей и газов, гибких труб, наземного и навесного оборудования

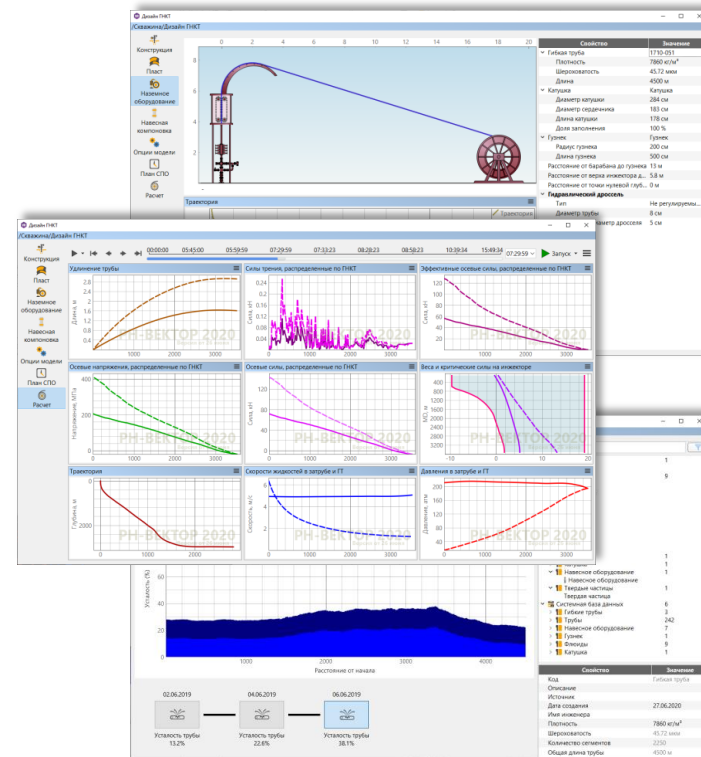


# Симулятор гибких насосно-компрессорных труб



С помощью симулятора ГНКТ и собственного опыта инженеры при планировании и выполнении операций ГНКТ определяют ответы на следующие вопросы:

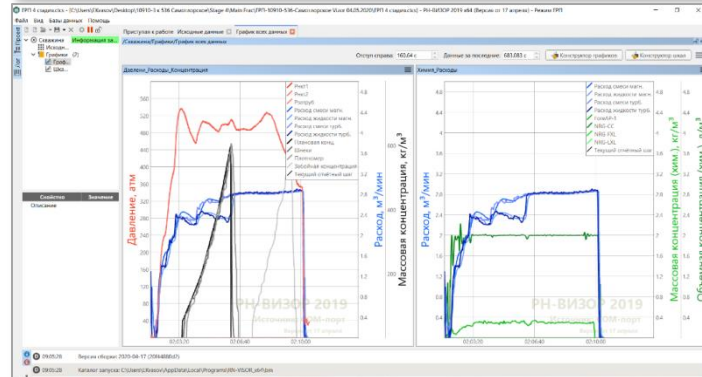
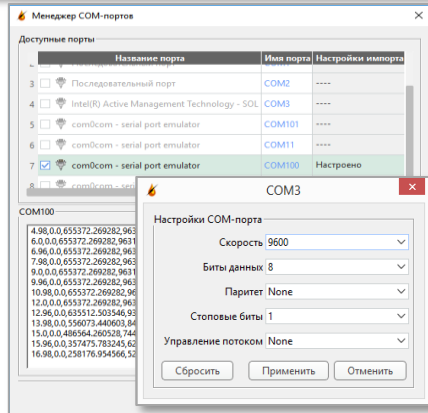
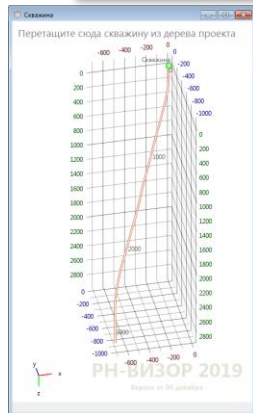
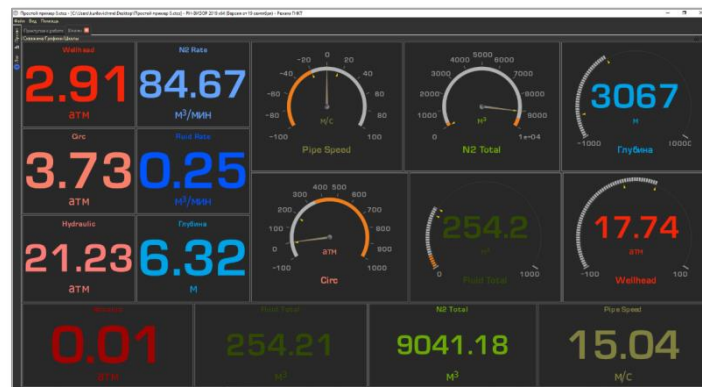
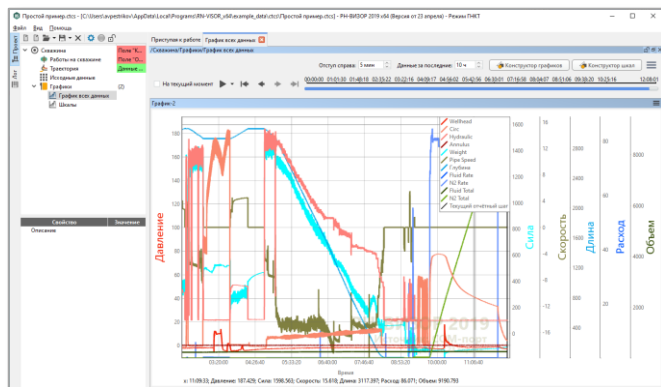
- Как далеко можно спустить гибкую трубу (ГТ) в скважину до наступления потери устойчивости, блокировки или превышения механического предела?
- Какое усилие можно обеспечить на конце ГТ на данной глубине без наступления блокировки?
- Каково максимальное значение коэффициента трения, при котором ГТ может достичь заданной глубины?
- Может ли ГТ быть поднята из скважины с заданной глубины без превышения каких-либо механических ограничений?
- Может ли ГТ при подъеме с заданной глубины обеспечить на конце дополнительную полезную нагрузку без превышения каких-либо механических ограничений?
- Может ли ГТ обеспечить достаточную скорость потока или давление на заданной глубине?
- Обеспечивает ли данный режим закачки газожидкостной смеси стабильный вынос механических частиц из скважины?
- Имеет ли ГТ достаточный срок службы для выполнения работы?



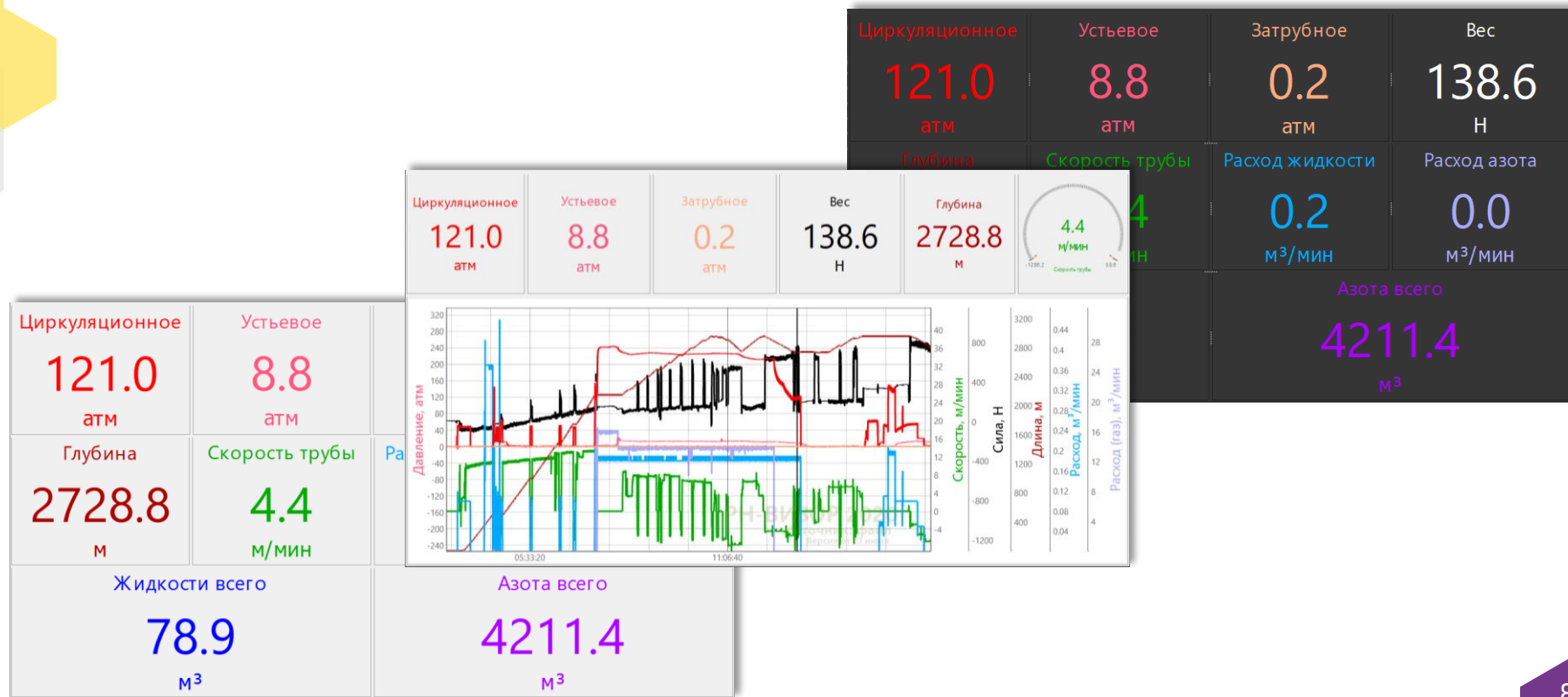
# Основные математические подмодели и функциональные компоненты РН-ВЕКТОР



# Примеры интерфейса модуля сбора, обработки и визуализации данных на станции управления РН-ВИЗОР



# Примеры интерфейса модуля сбора, обработки и визуализации данных на станции управления РН-ВИЗОР

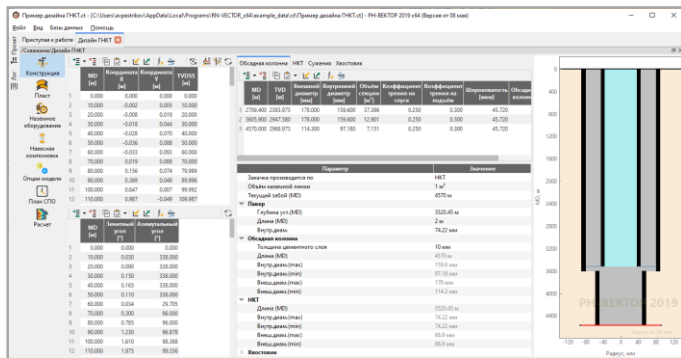




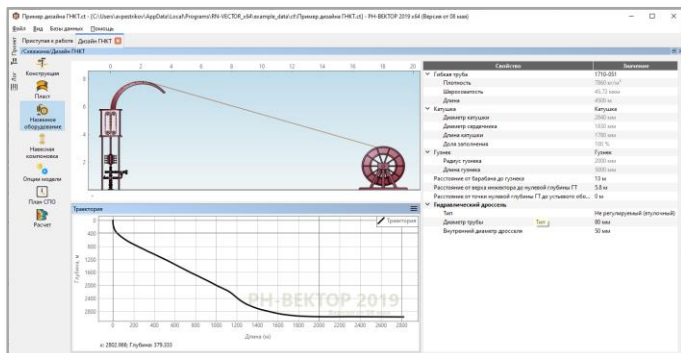
# Примеры интерфейса симулятора ГНКТ РН-ВЕКТОР



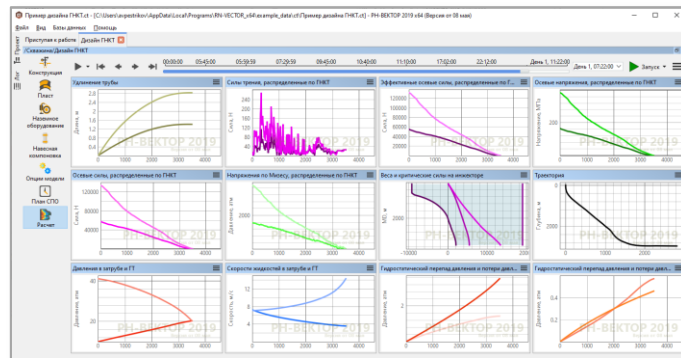
## Конструкция скважины



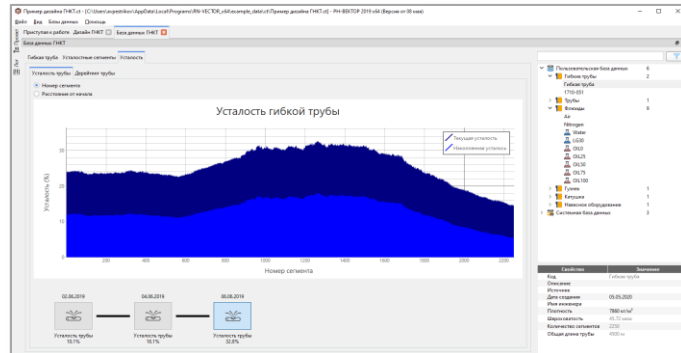
## Наземное оборудование



## Моделирование операции ГНКТ



## База данных оборудования, жидкостей и газов



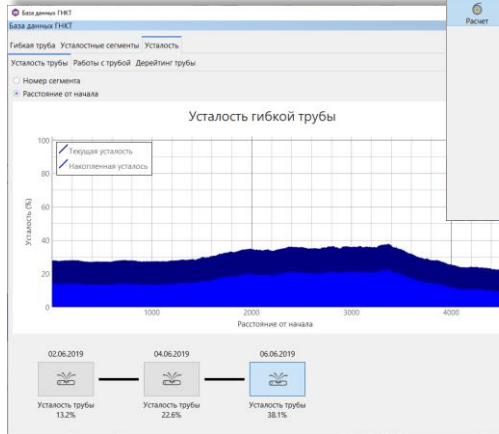
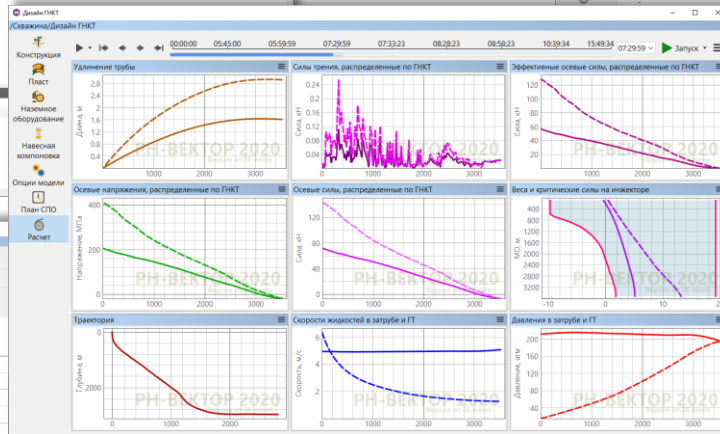
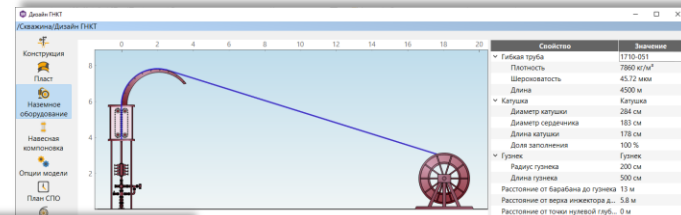
# Примеры интерфейса симулятора ГНКТ РН-ВЕКТОР



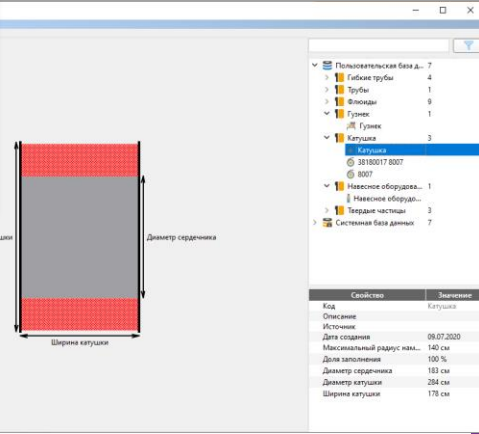
Дизайн ГНКТ

Связки/Дизайн ГНКТ

Конструкция	Длина, м	Тип сегмента	Направление	Скорость вращения, об/мин	Глубина, м	Удельная нагрузка, кг/м	Тип жидкости	Расход, л/с	Темп. газа, °C	Расход, л/с	Темп. жидкости, °C	Тип скважины	Объем, м³	Общий объем, м³	Общий расход, л/с
1	5.75	Спуск	10.28	3540.04	52.89	Water	80	---	0	Заканка в ГТ, падение давления по затрубью	5.75	27.8	0		
2	0.25	Подъем	3.33	3460.09	3.04	Water	0	---	0	Заканка в ГТ, падение давления по затрубью	6	27.6	0		
3	1.5	Спуск	0.33	3520.36	15.2	Water	180	Nitrogen	7.5	62	14.4				
4	0.02	Спуск	1.16	3524	10.13	Water	180	Nitrogen	7.56	42.54	1.48				
5	0.02	Подъем	3.22	3347.01	27.36	Water	180	Nitrogen	6.47	51.34	2.03				
6	0.5	---	9	3347.01	31.41	Water	180	Nitrogen	8.07	56.14	2.33				
7	1.69	Спуск	2.5	3600	31.41	Water	180	Nitrogen	10.66	72.33	3.34				
8	5.17	Подъем	2.86	2798.91	14.19	Water	0	Nitrogen	15.83	128.13	7.06				
9	9.17	---	9	2798.91	10.13	Water	0	Nitrogen	24.99	128.13	14.76				
10	3.04	Подъем	13.5	740	1.01	Water	0	---	20.03	128.13	14.76				



Свойство	Значение
Код	Гибкая труба
Описание	
Источник	
Дата создания	27.06.2020
Имя инженера	
Плотность	7860 кг/м³
Шероховатость	45.72 мкм
Количество сегментов	2250
Общая длина трубы	4500 м





**По вопросам тестирования и приобретения**

e-mail: [commersoft@bnipi.rosneft.ru](mailto:commersoft@bnipi.rosneft.ru)



<https://rn.digital/rnvector>

Правообладатель: [ПАО «НК «Роснефть»](#)  
Разработчик: ООО «РН-БашНИПинефть»  
[soft@bnipi.rosneft.ru](mailto:soft@bnipi.rosneft.ru)