

САМООРИЕНТИРУЕМЫЙ ДЕЦЕНТРАТОР ДЛЯ СПУСКА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ КОЛОНН ТРУБ В СКВАЖИНУ

SWIVELLED DETSENTRATOR FOR THE DESCENT OF THE PARALLEL COLUMNS OF PIPES INTO THE BORE HOLE

УДК 622.276.5.054.3

А.А. ИШМУРЗИН

доктор технических наук, профессор кафедры нефтегазопромыслового оборудования Уфимского Государственного нефтяного технического университета (УГНТУ)

Альметьевск
info@aloilservis.ru

А.Г. ХАБИБРАХМАНОВ И.Д. ВАХИТОВ А.Л. ЖЕЛОНКИН Р.Г. САДЫКОВ

Главный инженер НГДУ «Елховнефть» ОАО «Татнефть»
Генеральный директор ООО «НПТ АлоилСервис»
Главный инженер ООО «НПТ АлоилСервис»
заместитель генерального директора ООО «НПТ АлоилСервис»

A.A. ISHMURZIN
A.G. KHABIBRAHMANOV
I.D. VAKHITOV
A.L. ZHELONKIN
R.G. SADYKOV

Ph.D, professor, Ufa State Petroleum Technological University
Chief engineer, Elkhovneft – Tatneft
General director, AloilServis
Chief engineer, AloilServis
Deputy of General Director, AloilServis

Almetevsk

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: KEYWORDS:

самоориентируемый децентратор, спуск параллельных колонн труб, скважина, эксплуатация пласта, АлоилСервис, Елховнефть, Татнефть
Swiveled detsentrator, descent of the parallel column of pipe, bore hole, layer's operation, AloilServis, Elkhovneft, Tatneft

Сформулирована проблема спуска прибора с исследовательским кабелем при одновременно-раздельной эксплуатации скважин с двумя параллельными колоннами подъемных труб в наклонно-направленных скважинах. Проанализировано взаиморасположение колонн в искривленных участках ствола скважины при компоновке с самоориентируемым децентратором конструкции «НПТ АлоилСервис». Приведены сведения об использовании самоориентируемого децентратора в НГДУ «Елховнефть» ОАО «Татнефть».

The problem of the descent of instrument with the research cable with the simultaneous-separate operation of bore holes with two parallel columns of lift pipes in the inclined-directed bore holes is formulated. Is analyzed the reciprocal location of columns in the bent sections of shaft of borehole with the layout by that swiveled detsentrator of the construction «NPT AloilServis». Is given the information about the use of swiveled detsentrator in NGDU «Elkhovneft» joint stock company «Tatneft».

Функциональные возможности децентратора

Одновременно-раздельная эксплуатация пластов двумя параллельными колоннами труб, имея эксплуатационные преимущества перед коаксиальными, при спуске в скважину им уступают. Обычно кроме труб в скважину спускают прибор на кабеле для исследования нижнего подплаккерного объекта. Прием, используемый при одноколонной компоновке, в данном случае не применим из-за возникновения риска повреждения кабеля.

Риск возникает в следствии ограниченно-го пространства в эксплуатационной колонне (таблица №1, рис. 1) колонн НКТ, которые находятся в непосредственном соприкосновении. Они могут соприкасаться по телу НКТ а наиболее опасным является соприкосновение муфтам.

Приборы на кабеле по установившейся технологии спускаются в скважину с первой колонной насосно-компрессорных труб. Поскольку посадка пакера на стенку скважины сопровождается вращением колонны труб, то прикрепленный к трубам кабель также повернется вместе с колонной, и в определенном интервале

окажется защемленным между колоннами, и неизбежно приведет к его повреждению. Пространственно-искривленный характер ствола скважины повышает опасность защемления и повреждения кабеля между колоннами.

Применение самоориентируемых децентраторов (СД), разработку и испытание которых осуществила компания ООО «НПТ АлоилСервис», проблему спуска кабеля без повреждения решает полностью, что наглядно демонстрирует рисунок 2. Корпус децентратора 1, установленный на НКТ с возможностью свободного вращения вокруг оси НКТ, имеет продольное отверстие для пропуска геофизического кабеля. Замковое устройство 2 крепко фиксирует кабель 4 в корпусе. Стопорное кольцо 3 ограничивает движение децентратора в продольном направлении.

СД также обеспечивает спуск параллельной колонны труб в наклонно-направленных скважинах. Децентратор не допускает его защемления между первой колонной и стенкой скважины, что происходит в обычных условиях. Он отклоняет и удерживает первую колонну труб у стенки скважины, тем самым обеспечивая свободный проход для второй колонны труб (рисунок 3). Второй

колонной могут быть и обычные насосно-компрессорные трубы, и гибкие трубы, шланго-кабели, геофизические приборы на кабеле и т.д. Децентраторы также предохраняют от повреждения закрепленный в них силовой кабель электрориводного центробежного насоса.

Ориентация децентратора труб в переходных интервалах набора и снижения кривизны ствола скважины

Определение отклонений от прямой линии канала для пропуска второй колонны труб в пространственно-искривленном стволе скважины является стержневой задачей при спуске в скважину двух параллельных колонн. Эти отклонения, в дальнейшем фигурирующие как угловой разбег, зависят от поинтервальных зенитных и азимутных отклонений ствола скважины и численно рассчитываются как угол закручивания колонны.

Направление крутящего момента

Спирально-искривленный ствол скважины обуславливает возникновение локальных крутящих моментов в колонне труб [2]. Направление крутящего момента

Согласно техническим условиям «Трубы обсадные и муфты к ним» ГОСТ 632-80				Диаметр расточенной муфты НКТ-2 (мм)	Диаметр кабеля (мм)	Свободное расстояние по одной оси, L _{св} (мм)
Условный диаметр трубы (мм)	Наружный диаметр (мм)	Толщина стенки (мм)	Внутренний диаметр (мм)			
168	168,3	7,3	153,7	69	7,8	7,9
		8	152,3	69	7,8	6,5
		8,9	150,5	69	7,8	4,7
		10,6	147,1	69	7,8	1,3
		12,1	144,1	69	7,8	-1,7

Таб. 1. Пространства между колоннами согласно техническим условиям ГОСТ 632-80 «Трубы обсадные и муфты к ним»

зависит от того, в какую сторону отклонен ствол скважины от проектного направления по азимуту. Если отклонение в левую сторону, то крутящий момент работает на закрепление резьбового соединения (рисунок 4,а), в правую, – на открепление (рисунок 4,б). Другими словами – отклонение ствола скважины по азимуту против часовой стрелки создает вращающий момент, способствующий закреплению труб при спуске колонны в скважину, если по часовой стрелке, то появляется опасность отворота труб.

Угол сдвига и угол закручивания колонны труб

В пространственно-искривленной скважине колонна труб испытывает деформацию кручения, характеризуемую углами сдвига и закручивания (рисунок 5). Кручение колонны характеризует угол сдвига γ , связанный с углом закручивания φ на длине интервала l следующим выражением:

$$\gamma = r \frac{d\varphi}{dl} \quad (1)$$

где r – внешний радиус колонны труб.

Угол закручивания φ функционально зависит от углов зенитного и азимутного отклонений и рассчитывается следующей зависимостью:

$$\varphi = \arctg \left\{ \frac{\sin \delta_1 \cdot \sin \delta_2 \cdot \sin(\Delta\alpha)}{\sin^2 \delta_1 + \sin \delta_1 \cdot \sin \delta_2 \cdot \cos(\Delta\alpha)} \right\} \quad (2)$$

Угол соприкосновения (прижатия) децентратора и эксплуатационной колонны определяют путем идентификации с углом закручивания.

Процесс спуска первой колонны труб с самоориентируемым децентратором

Колонна труб, вписываясь в пространственную форму ствола скважины, деформируется. При этом, как в любом процессе, энергетические затраты деформации колонны минимизированы, что выражается в стремлении труб сохранить прямолинейную форму. Это обстоятельство приводит к прижатию колонны труб к выпуклой стороне ствола скважины (рисунок 5). Наружная поверхность трубы, совершая повороты вокруг оси в зависимости от зенитных и азимутных углов интервала, в процессе спуска скользит по выпуклой стороне стенки скважины. При этом труба прижимается к поверхности ►

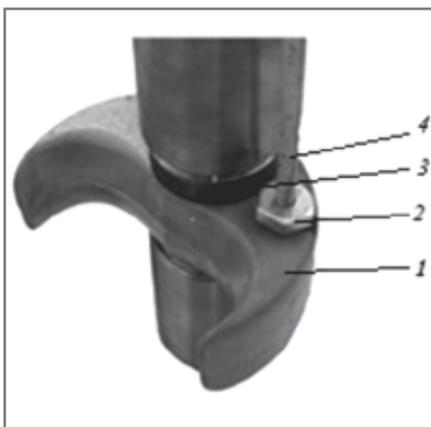


Рис. 2. Самоориентируемый децентратор
1 – самоориентируемый децентратор;
2 – замковое устройство для крепления геофизического кабеля;
3 – стопорное кольцо;
4 – кабель



Рис. 3. Спуск колонны труб в скважину с децентратором

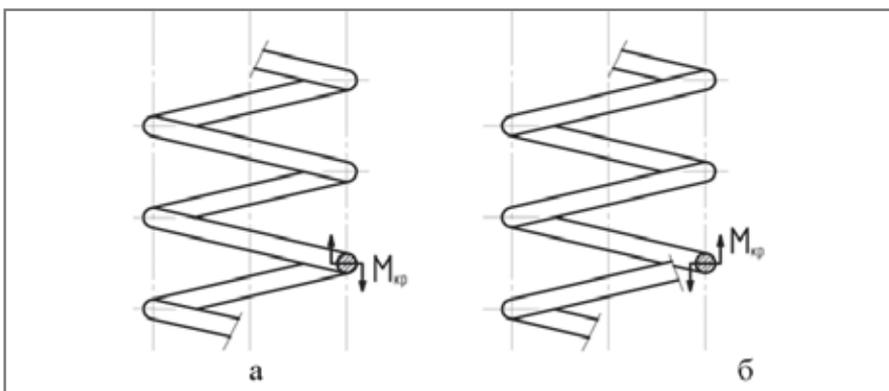


Рис. 4. Схематизация колонны труб для определения направления момента кручения
а – пружина с левой навивкой; б – пружина с правой навивкой

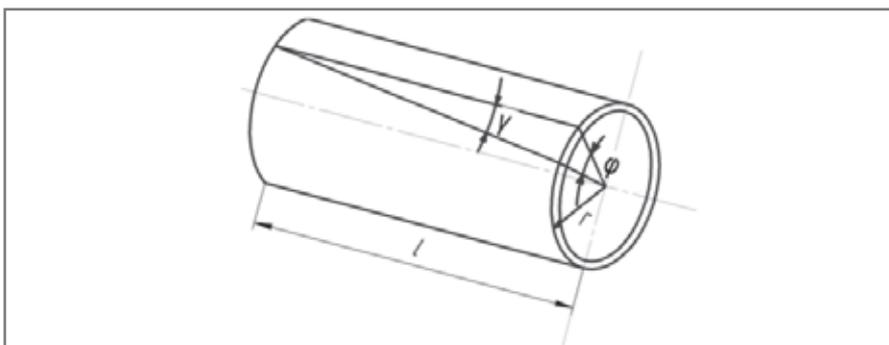


Рис. 5. Углы закручивания и сдвига

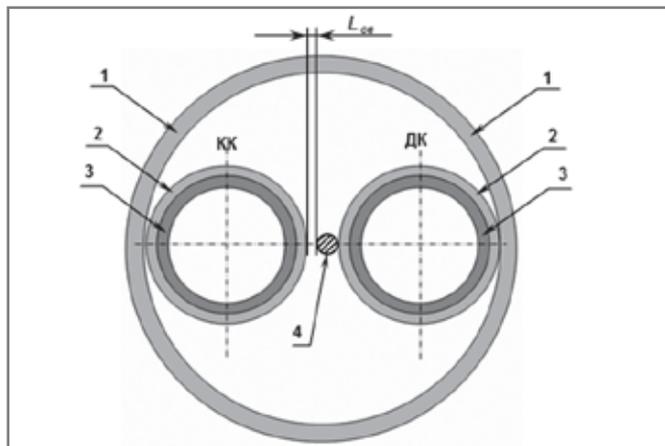


Рис. 1. 1 – эксплуатационная колонна, 2 – расточенная муфта НКТ- 2" (69мм), 3 – тело НКТ-2", 4 – геофизический кабель

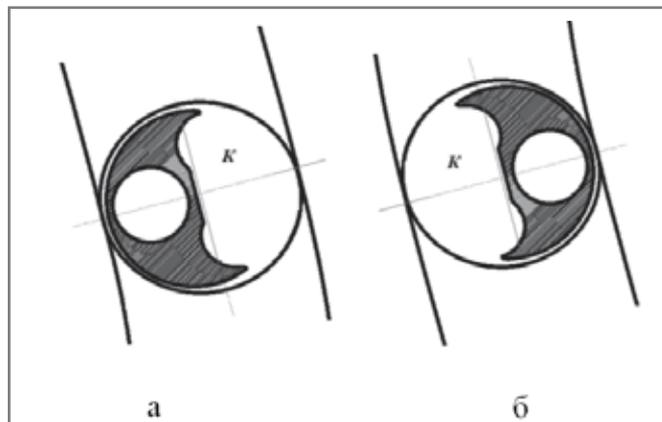


Рис. 6. Положение децентратора с минимальной удельной потенциальной энергией упругой деформации колонны труб.
а – интервал снижения кривизны; б – интервал набора кривизны

скважины разными точками, находящимися на определенном угловом расстоянии по периметру. Противоположная сторона к углу прижатия представляет собой открытый канал (на рисунке 6 – пространство К) для прохождения второй колонны труб. Поэтому угол закручивания, поскольку он определяется относительно какого-либо нулевого положения, можно считать и углом закручивания открытого канала.

В случае отсутствия азимутного отклонения ствола скважины вторая колонна при спуске в скважину с несколькими интервалами набора и снижения кривизны оказывается то сверху, то снизу первой колонны, обуславливая заручивание одной колонны НКТ вокруг другой. Когда имеет место азимутное отклонение в интервалах набора кривизны, это исключается. Построенные по результатам расчетов разбег углов закручивания по реальным скважинам это подтверждает, они всегда меньше 180 градусов (рисунки 7, 8 и 10).

Обработка фактических данных по реальным скважинам

Произведены расчеты углов закручивания и данные по скважинам № 142 и 6937, отражающих разные (ранние и поздние) этапы технологии бурения скважин представлены в виде графиков в полярных и прямоугольных координатах (рисунки 7-11). По другим анализируемым скважинам принципиальных отличий от представленных данных нет.

Разбег углов закручивания по данной скважине колеблется от +80 до -80 градусов, т.е. проходной канал для второй колонны труб ни разу не оказывается на

противоположной стороне от первоначального положения. Следовательно, две колонны «веревочку» не образуют. Помимо того, децентратор имеет свободный канал для второй колонны в интервале 146 градусов.

На рисунках 7 и 8 данные по скважине № 142 представлены в полярных и в прямоугольных координатах. Причем, в первом случае за начало координат принят магнитный север, во втором – ориентировка на первую сверху трубу, угол закручивания которой принят нулевым.

График продольной угловой деформации колонны труб (угла сдвига) относительно первой верхней трубы представлен на рисунке 9. Угол сдвига интервала колонны труб, как и другие показатели деформации, носит локальный характер и показывает, в каком направлении действует крутящий момент. В этом же рисунке показан накопленный угол сдвига, т.е. суммарная деформация по всей колонне. Положительное значение угла сдвига свидетельствует об отклонении по азимуту в правую сторону, при котором возникающий крутящий момент работает на закрепление резьбового соединения.

Аналогичные данные по скважине № 6937 приведены на рисунках 10 и 11, где угловой разбег составляет от +60 до -60 градусов. Следовательно, вторая колонна может проходить по каналам децентратора без изменения своего азимутного направления с учетом угла раскрытия децентратора.

В интервалах замеров углы сдвига лежат и выше, и ниже нулевой линии, но с преимущественным левым отклонением (см. рисунок 11). Суммарная величина этих отклонений

полностью лежит ниже нуля, образуя отрезок спирали левой свивки. Следовательно, резьбовые соединения работают на открепление.

Результаты использования самоориентируемого децентратора

Спуск двух колонн труб с диаметрами по 60 мм с децентраторами в длинной колонне (ДК), осуществленный в НГДУ «Елховнефть» ОАО «Татнефть» по реализации одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов С_{кз} и С_{тл} по схеме «ШГН-ШГН», дали сведения об изменении давления во времени в интервалах нижнего и верхнего пластов (рисунок 12).

Выводы

- 1 Разработан многофункциональный самоориентируемый децентратор, обеспечивающий отклонение в стволе скважины первой колонны труб для свободного прохода второй параллельной колонны, а также обеспечивающий безопасный спуск геофизического и силового кабеля.
- 2 Применение децентраторов на скважинах, оборудованных двумя колоннами параллельных труб, позволяет использовать кабельные глубинные комплексы для мониторинга подпакерного и надпакерного объектов разработки в режиме реального времени.
- 3 Децентратор обеспечивает отклонение первой колонны от центра к стенке скважины и постоянное безотрывное скольжение по стенке обсадной колонны по мере углубления по стволу в пределах 180 градусов, следовательно, «веревочка» из колонн не образуется, также не произойдет ►

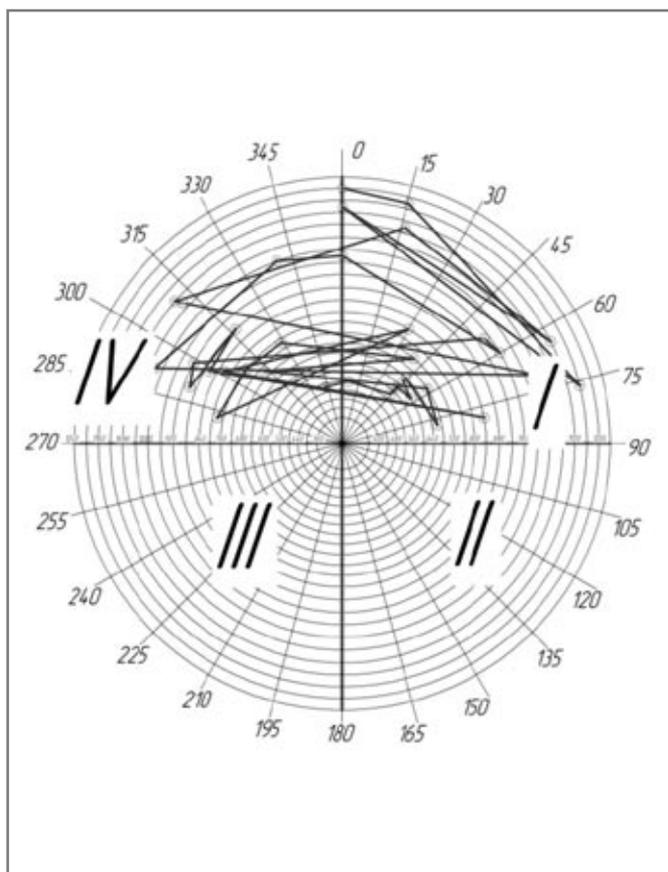


Рис. 7. Изменение угла закручивания, град., по скважине №142 (круговой вариант)



Рис. 8. Изменение угла закручивания, град., по скважине №142 (линейный вариант)



Рис. 9. Изменение угла сдвига колонны труб по глубине скважины № 142, град.

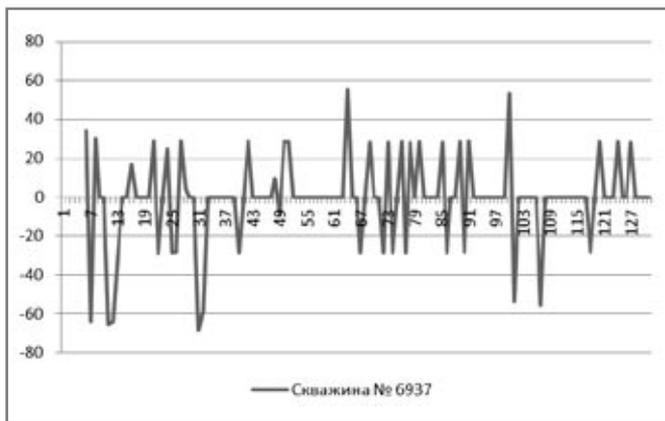


Рис. 10. Изменение угла закручивания, град., по скважине № 6937 (линейный вариант)

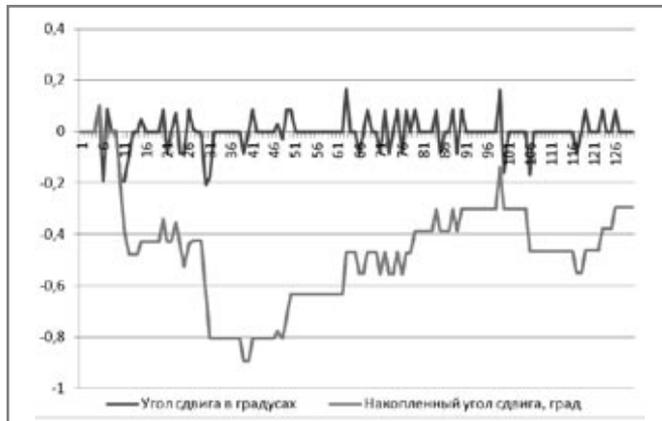


Рис. 11. Изменение угла сдвига колонны труб по глубине скважины № 142, град.

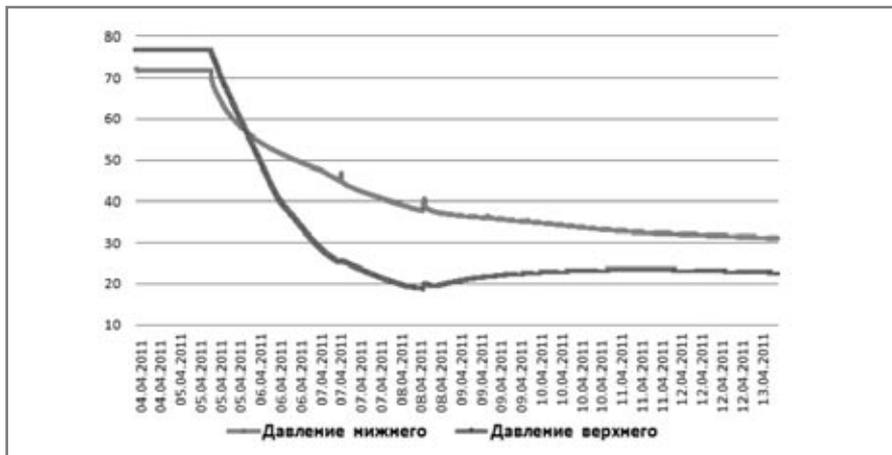


Рис. 12. Изменения давления во времени в интервалах нижнего и верхнего пластов

расположение параллельных колонн «над» и «под» друг другом.

4 Пространственное положение ствола скважины обуславливает геометрию колонны труб и ее деформацию – угол закручивания и угол сдвига колонны, представляющие сведения о возможностях спуска второй параллельной колонны и направлениях крутящего момента. ■

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Патент на полезную модель № 99816 «Самоориентируемый децентратор насосно-компрессорных труб». Опубликовано 27.10.2010.
2. Ишмурзин А.А. Напряжения и деформации штанговой колонны в пространственно искривленной скважине. Научно-технический журнал «Нефтегазовое дело», том 4, № 1, 2006. -С. 65-72.



Компания «КОНФЕРЕНЦ-НЕФТЬ» проводит Всероссийскую научно-производственную конференцию по теме: «Методы борьбы со скважинными осложнениями (АСПО, соли, мех. примеси, коррозия, высоковязкие эмульсии, СВБ). Повышение МРП глубинно-насосного оборудования». Дата проведения конференции с 21 по 22 марта 2012 года (2 дня), в гостинице «Шалапин» г. Казань.

Цель конференции – обмен опытом, оценка эффективности внедрения существующих технологий в различных нефтегазовых компаниях России, а также обзор современных решений от предприятий производителей технологий и химических реагентов. Участие в данной конференции позволит Вашим специалистам быть в курсе о методах успешного решения всех проблем, которые сегодня существуют в добывающих компаниях в области эксплуатации скважинного насосного оборудования, знать новинки технических и технологических решений по повышению работоспособности скважинного оборудования.

По вопросам участия в конференции – координатор: Кабрина Юлия
 Тел.: 8-912-7604075, тел./факс: 8(3412)43-57-73
 Email: info@konferenc-neft.ru
 www.konferenc-neft.ru

