



## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2019.11.29

(22) Дата подачи заявки  
2018.05.13

(51) Int. Cl. *E21B 47/06* (2006.01)  
*E21B 47/04* (2006.01)  
*G01V 11/00* (2006.01)

## (54) ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗЕРКАЛА ВОДЫ

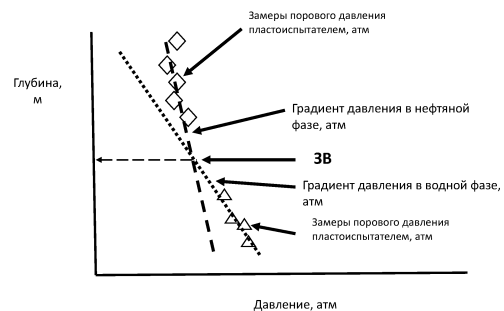
(96) 2018000057 (RU) 2018.05.13

(71)(72) Заявитель и изобретатель:  
СУРГУЧЕВ ЛЕОНИД  
МИХАЙЛОВИЧ; СУРГУЧЕВА  
АННА ЛЕОНИДОВНА (RU)

(57) Данное изобретение предлагает метод оценки уровня зеркала воды (ЗВ) и водонефтяного контакта (ВНК) на основе нахождения двух пересекающихся трендов градиента давления (1) для нефти (несмачивающая фаза) и для (2) воды (смачивающая фаза) в нефтяном интервале по результатам бурения только одной разведочной скважины, вскрывающей только нефтенасыщенную часть пласта и не вскрывающей воданасыщенную часть пласта и ВНК. Градиент давления для нефти (несмачивающей фазы) находится на основании гидродинамических исследований во время бурения скважины (MWD) с испытателем пласта, спускаемым в скважину на лебедке, которые позволяют определить поровое давление пласта в подвижной или мобильной фазе (нефть) вдоль ствола скважины, изменяющееся с глубиной. Градиент давления для связанной воды (смачивающей фазы) в нефтенасыщенной зоне пласта и его тренд по высоте пласта к во-

донефтяному контакту (ВНК) находится по измерениям кривой капиллярного давления изменяющегося по высоте пласта по данным анализа петрофизических данных и специальных лабораторных исследований керна, отобранного в нефтяном интервале разведочной скважины. Данный метод позволяет определить положение ЗВ и ВНК по результатам бурения и испытания только одной разведочной скважины, вскрывшей только нефтяную зону пласта и не вскрывшей ВНК. Таким образом, отпадает необходимость бурения дополнительных скважин для определения положения ВНК и оценки запасов нефти месторождения.

Анализ данных замеров порового давления в разведочной скважине.



## Оценка Уровня Зеркала Воды

### Процесс

5 Данное изобретение относится к способу оценки уровня Зеркала Воды (ЗВ) и Водонефтяного Контакта (ВНК) в нефтяных и газовых месторождениях на основании измерений и используя данные полученные из одной разведочной скважине.

### Введение

10 В разведочной скважине, с использованием оборудования испытателя пласта спускаемого на лебедке, можно обеспечить точное измерение порового давления для подвижной фазы в порах пласта коллектора. В не обсаженном стволе скважины замер порового давления достигается путем прижатия зонда к стенке ствола скважины и получения мини притока пластового флюида с понижением и последующим восстановлением пластового давления до порового давления пласта. Такие гидродинамические исследования во время бурения скважины (MWD) могут дать замеры давление пласта вдоль ствола скважины, тем самым позволяя определить 15 градиент изменения давления с глубиной.

Тренды изменения пластового давления с глубиной в нефтенасыщенных и водонасыщенных зонах различны из-за разностей давлений в нефти (в большинстве случаев являющейся не смачивающей фазой в пласте) и в воде (предполагаемой смачиваемой фазой), контролируемой капиллярными силами. Пересечение этих 20 трендов градиента давления указывает на уровень положения ЗВ и ВНК (рис. 1). Капиллярное давление ( $P_c$ ) представляет собой разность давлений на границе раздела между двумя несмешивающимися, смачивающими и не смачивающими жидкостями, такими как вода и нефть в пористой среде пласта коллектора:

$$P_c = P_{\text{не смачивающая фаза}} - P_{\text{смачивающая фаза}}$$

25 Для газонефтяной системы в пласте обычно нефть является смачивающей фазой, а газ является не смачивающей фазой.

Капиллярное давление для конкретного пласта можно измерить в серии лабораторных экспериментов на образцах отобранного керна пласта одним из следующих способов:

- Метод пористой диафрагмы
- 30 • Метод закачки ртути
- Метод центрифугирования
- Динамический метод

Форма кривой капиллярного давления зависит от размеров пор, их распределения и свойств флюида, Рисунок 2. Проницаемость ниже в меньших порах с более высоким 35 капиллярным давлением. Различные типы пород в пласте имеют разные распределения пористости, проницаемости, геометрии пор, размера частиц. Эти различия могут вызывать различные тренды градиента давления для смачивающей

5 фазы. Петрофизические данные, полученные по данным геофизических исследований в скважине во время бурения (LWD) разведочной скважины предоставляют информацию о насыщенности пласта. Анализ интерпретации геофизических данных проведенных каротажных работ (БКЗ) позволяет установить категории типов пород характеризующимися различными кривыми капиллярного давления.

#### Изобретение

10 Зная измеренный градиент порового давления в интервале с подвижной не смачивающей фазой, можно рассчитать градиент давления для смачивающей неподвижной фазы, присутствующей в этом интервале пласта на уровне «начальной» связанной насыщенности. Этот градиент давления для смачиваемой фазы смачивания можно рассчитать следующим образом:

$$P_{\text{смачивающая фаза}}(h) = P_{\text{не смачивающая фаза}}(h) - P_c(h)$$

15 Величина значений  $P_c$  по высоте пласта может быть рассчитана по значениям водонасыщенности с использованием измеренной кривой капиллярного давления, функции  $P_c$  (Рисунок 2). Необходимые значения насыщенности связанной водой в нефтяном интервале пласта могут быть получены из геофизических данных, интерпретации электрокаротажных данных. Для определения положения ЗВ можно использовать два установленных тренда градиентов давления для нефти (не смачивающая фаза) и воды (смачивающая фаза) в нефтяном интервале, Рисунок 3.

20 Если в разрезе пласта присутствуют различные типы пород или гидродинамически не сообщающиеся между собой пропластки, соответствующая кривая капиллярного давления должна определяться для каждого типа породы. В этом случае разные не сообщающиеся зоны пласта коллектора могут иметь разные уровни ЗВ и ВНК.

#### Заявка

25 1. Метод оценки ЗВ и ВНК с использованием данных из одной разведочной скважины: исследования скважины с испытателем пласта на лебедке, петрофизических данных анализа керна (измерения капиллярного давления) и геофизических, электрокаротажных исследований в скважине (насыщенности).

30 Заявители: СУРГУЧЕВ, Леонид (Россия)

СУРГУЧЕВА, Анна (Россия)

Название: Оценка Уровня Зеркала Воды

Сокращенное название: Оценка Уровня Зеркала Воды

Авторы: СУРГУЧЕВ, Леонид (Россия)

35 СУРГУЧЕВА, Анна (Россия)

### Формула изобретения

Метод оценки уровня Зеркала Воды (ЗВ) и Водо-Нефтяного Контакта (ВНК) на основе определения трендов градиента давления (1) для нефти (не смачивающая фаза) по результатам гидродинамических исследования во время бурения скважины (MWD) и  
5 для (2) воды (смачивающая фаза) в нефтяном интервале на основании определения кривой изменения капиллярного давления по высоте пласта на основе петрофизических данных и специальных лабораторных исследований керна, отобранного в нефтяном интервале при бурении только одной разведочной скважины, вскрывшей нефтенасыщенную часть пласта и не вскрывшей воданасыщенную часть  
10 пласта и ВНК.

Рисунок 1. Анализ данных замеров порового давления в разведочной скважине.

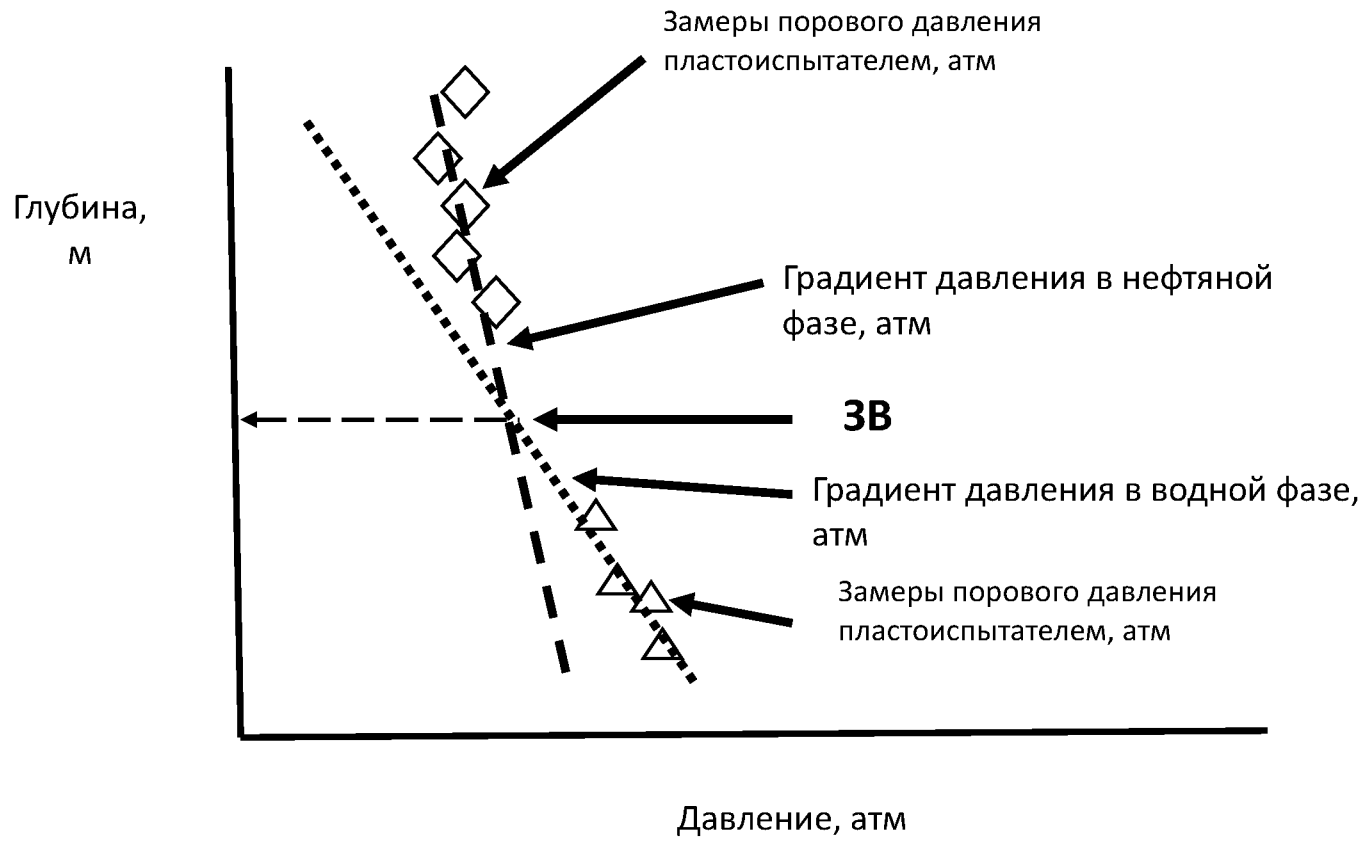


Рисунок 2. Капиллярное давление. Гидрофильная порода.

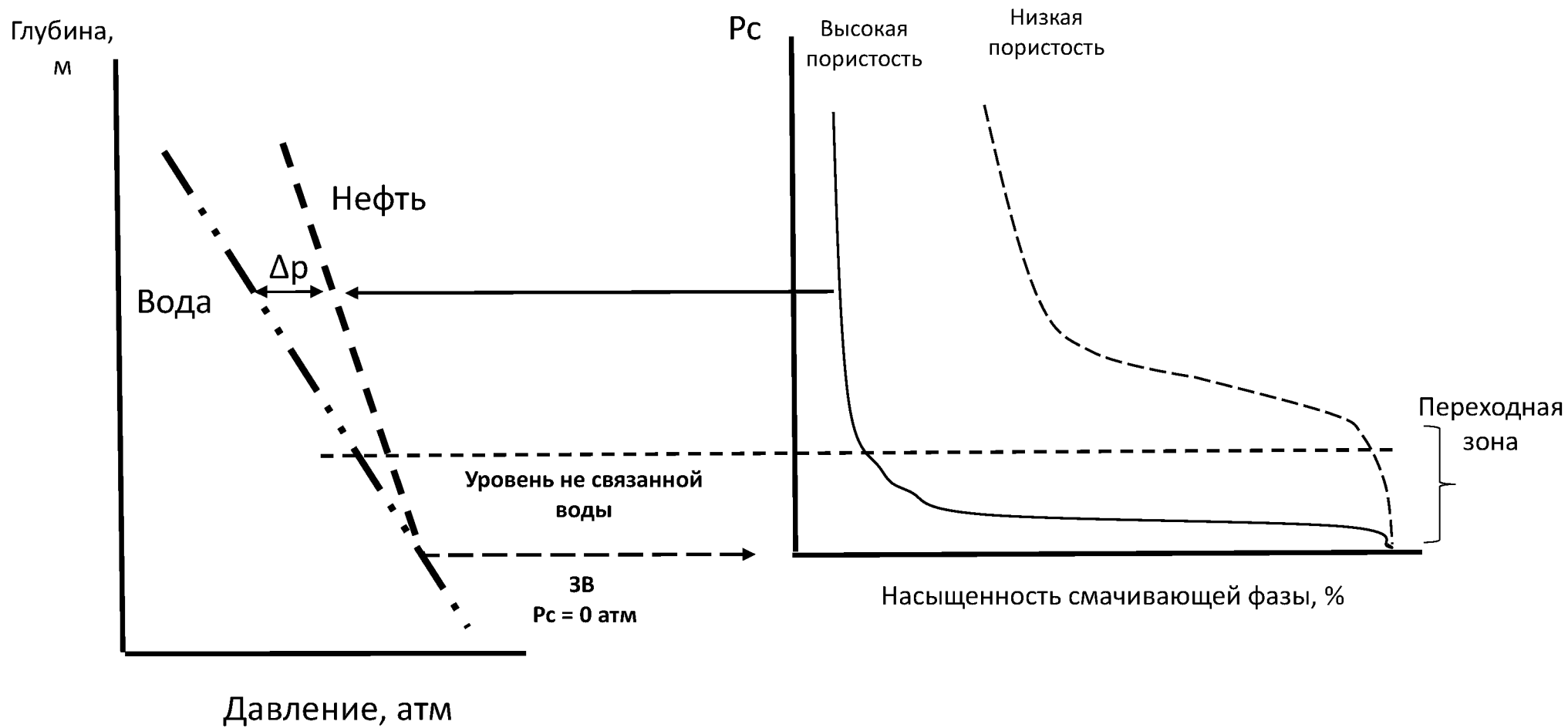
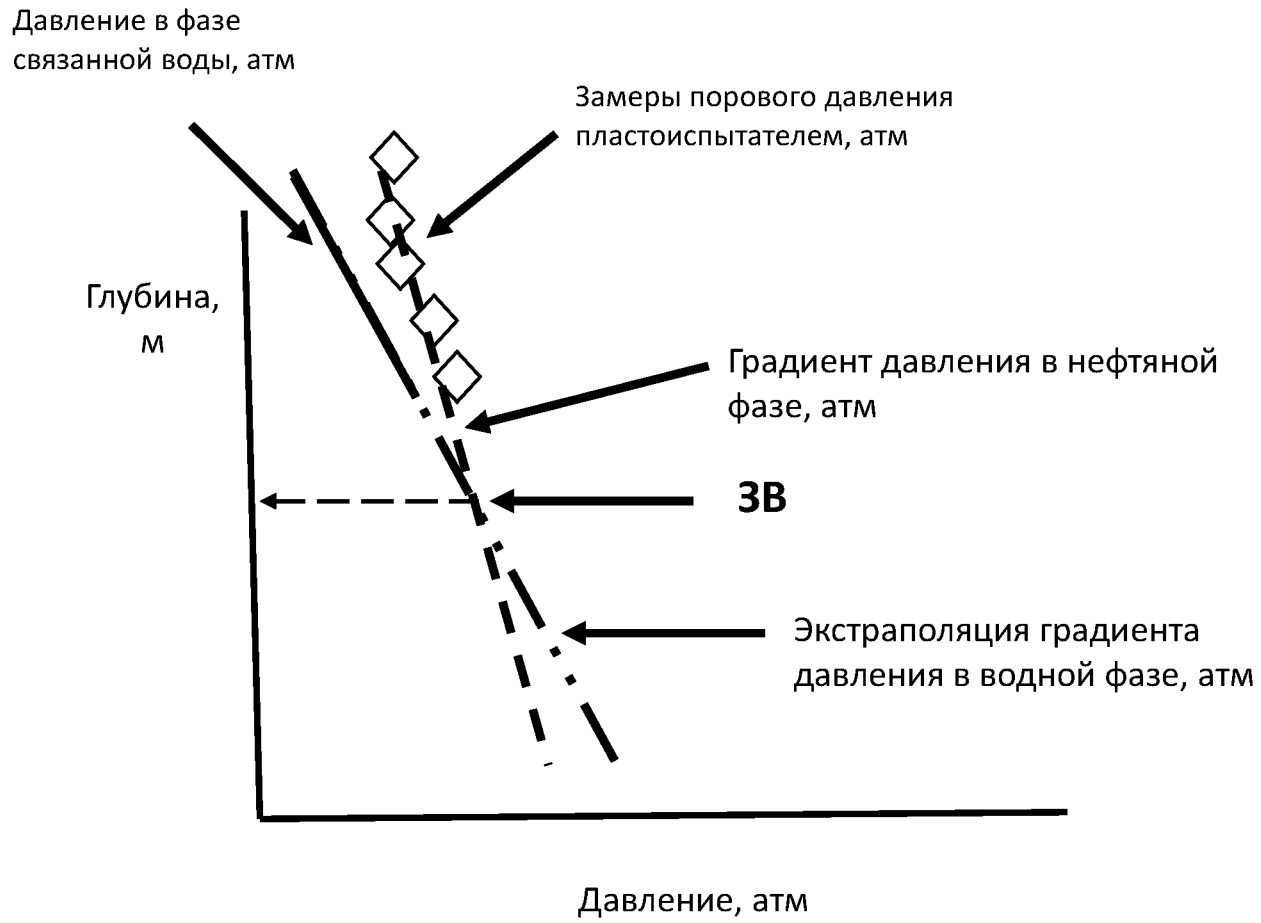


Рисунок 3. Оценка уровня ЗВ.




## ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ  
ПОИСКЕ(статья 15(3) ЕАПК и правило 42  
Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201890954

Дата подачи: 13 мая 2018 (13.05.2018)		Дата испрашиваемого приоритета:	
Название изобретения: Оценка уровня зеркала воды			
Заявитель: СУРГУЧЕВ Леонид Михайлович и др.			
<input type="checkbox"/> Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа) <input type="checkbox"/> Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)			
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:			
МПК:	<i>E21B 47/06 (2012.01)</i> <i>E21B 47/04 (2012.01)</i> <i>G01V 11/00 (2006.01)</i>	СПК: <i>E21B 47/06 (2013-01)</i> <i>E21B 47/04 (2013-01)</i> <i>G01V 11/00 (2017-01)</i>	
Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной классификации и МПК			
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:			
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК) E21B 47/00-47/04, 47/06, 49/00, G01V 11/00			
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:			
В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ			
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	
A	EA 201500768 A1 (БП ЭКСПЛОРЕЙШН ОПЕРЕЙТИНГ КОМПАНИ ЛИМИТЕД) 30.12.2015	1	
A	EA 023601 B1 (БП ЭКСПЛОРЕЙШН ОПЕРЕЙТИНГ КОМПАНИ ЛИМИТЕД) 30.06.2016	1	
A	RU 2236030 C1 (ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО МОДЕЛИРОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ИМ. В.А. ДВУРЕЧЕНСКОГО ) 10.09.2004	1	
A	SU 1405009 A1 (ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ НЕФТЯНОЙ ИНСТИТУТ) 23.06.1988	1	
A	US 5162733 A (PHILLIPS PETROLEUM COMPANY) 10.11.1992	1	
<input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы В <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении			
* Особые категории ссылочных документов:			
"А"	документ, определяющий общий уровень техники	"Г"	более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
"Е"	более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее	"Х"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
"О"	документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.	"У"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
"Р"	документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета	"&"	документ, являющийся патентом-аналогом
"D"	документ, приведенный в евразийской заявке	"L"	документ, приведенный в других целях
Дата действительного завершения патентного поиска:		07 мая 2019 (07.05.2019)	
Наименование и адрес Международного поискового органа: <b>Федеральный институт промышленной собственности</b> РФ, 125993, Москва, Г-59, ГСП-3, Бережковская наб., д. 30-1. Факс: (499) 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо :  О.С. Макарова Телефон № (499) 240-25-91	