

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201900352** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.01.29**

(51) Int. Cl. *E21B 47/07* (2012.01)  
*G01K 11/32* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2019.07.09**

(54) **СПОСОБ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОРОДНОГО МАССИВА И СИСТЕМА  
ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(96) **2019000067 (RU) 2019.07.09**

(71) Заявитель:  
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО  
"БЕЛАРУСЬКАЛИЙ" (ВУ);  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ "ПЕРМСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК" (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Головатый Иван Иванович, Диулин  
Денис Александрович (ВУ), Зайцев  
Артем Вячеславович, Левин Лев  
Юрьевич, Паршаков Олег Сергеевич,  
Пугин Алексей Витальевич, Семин  
Михаил Александрович (RU)**

(74) Представитель:  
**Онорин А.А. (RU)**

(57) Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для непрерывного контроля формирования и состояния ледопородного ограждения строящихся шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях. Способ и схема системы предусматривают при искусственном замораживании горных пород бурение вертикальных контрольно-термических скважин на промышленной площадке шахтных стволов, а при последующем размораживании (оттаивании) пород в процессе непосредственной проходки бурение горизонтальных контрольно-термических шпуров в стенках стволов, и размещение в них на всю глубину оптоволоконного кабеля, который является распределенным датчиком измерения температуры горных пород, при помощи волоконно-оптического регистратора данные о внутримолекулярных колебаниях решетки кабеля непрерывно обрабатываются и интерпретируются, позволяя таким образом определять изменение температуры горных пород вдоль оптического волокна, в дальнейшем в режиме реального времени информация о температуре передается на сервер, где установлена математическая модель термогидродинамических процессов, происходящих в замораживаемом обводненном породном массиве, содержащая данные о геологических и теплофизических свойствах горных пород, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках, а также о параметрах работы холодильных установок замораживающей станции шахтных стволов. Считывание экспериментальных измерений распределенной температуры горных пород в контрольно-термических скважинах и шпурах с сервера осуществляется при помощи автоматизированного рабочего места специалиста с установленной информационно-аналитической системой обработки и визуализации состояния ледопородного ограждения, где производится расчет распределения температуры во всем участке замораживаемого породного массива на основе решения обратной задачи расчета теплораспределения с учетом дополнительных сведений о распространении теплоты в породном массиве. В результате функциональные возможности изобретения позволяют вывести на качественно новый уровень контроль процессов формирования и состояния ледопородных ограждений строящихся шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях, обеспечивающий безопасность ведения горных работ. Технический результат - повышение надежности и точности определения температуры во всем объеме замораживаемого породного массива.

**201900352**  
**A1**

**201900352**  
**A1**

## **СПОСОБ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОРОДНОГО МАССИВА И СИСТЕМА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

### **Область техники**

Изобретение относится к горной теплофизике и может быть использовано для непрерывного контроля процессов формирования и состояния ледопородного ограждения строящихся шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях.

### **Уровень техники**

Наиболее универсальным и надежным способом проходки вертикальных шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях является искусственное замораживание горных пород, цель способа заключается в создании ледопородного ограждения требуемых параметров для предотвращения проникновения в строящийся ствол подземных вод и деформирования его незакрепленных стенок [1, 2]. При этом, в процессе искусственного замораживания породного массива нормативные документы [3, 4, 5, 6, 7], регламентирующие выполнение контроля за процессами формирования и состояния ледопородного ограждения строящихся шахтных стволов, предусматривают наблюдения за температурой горных пород.

Известен способ контроля температуры замораживаемых горных пород, основанный на экспериментальных, периодических измерениях температуры при помощи локально расположенных термодатчиков по глубине ограниченного количества контрольно-термических скважин, пробуренных на промышленной площадке строительства шахтных стволов [8].

Данный способ принят в качестве прототипа как для способа мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях, так и системы для его осуществления.

Однако данный способ контроля температуры в локальных точках как по глубине, так и по площади участка породного массива с учетом значительного различия его теплофизических свойств и наличия неоднородностей, а также отклонений от вертикали осей контрольно-термических скважин не позволяет достоверно определять состояние ледопородного ограждения стволов во всем замораживаемом объеме массива пород.

Для всестороннего контроля температуры горных пород вокруг строящихся шахтных стволов требуется производить бурение значительного количества контрольных скважин, что является трудозатратным и капиталоемким техническим мероприятием. Основным недостатком данного

способа контроля является отсутствие методов математического прогнозирования поля температур во всем объеме замораживаемого породного массива на основе экспериментальных измерений температуры, получаемых при помощи ограниченного количества термометрических скважин, которых как правило составляет не более 2-4 шт. Кроме этого, способ предусматривает использование для определения температуры сложных электронных и механических устройств, которые в агрессивных условиях зачастую выходят из строя, что приводит к потере данных о динамике пространственного и временного теплораспределения в массиве.

### **Сущность изобретения**

Задачей создания изобретения является устранение недостатков прототипа.

Поставленная задача решается с помощью признаков 1-го пункта формулы изобретения, таких как способ мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях включающий следующие этапы:

- размещение оптоволоконного кабеля в контрольно-термических скважинах и шпурах;
- обработку и интерпретацию с помощью волоконно-оптического регистратора данных о внутримолекулярных колебаниях решетки оптоволокна, вызванных тепловым воздействием замораживающих колоннок;
- передачу полученных с высокими пространственным разрешением и точностью измерения температур горных пород в режиме реального времени на сервер;
- разработку 3D математической модели термогидродинамических процессов, протекающих в замораживаемом породном массиве, содержащую данные о геологических и теплофизических свойствах обводненных горных пород, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках, а также о параметрах работы холодильных установок шахтных стволов;
- осуществляют интеграцию оперативных данных о температуре горных пород с методом решения обратной задачи теплораспределения, идея которого сводится к минимизации функционала рассогласований между модельными и измеренными температурами;
- на рабочем месте специалиста с помощью информационно-аналитической системы, выполняют расчеты и визуализацию температурного поля во всем замораживаемом объеме породного массива, с возможностью прогнозирования состояния ледопородного ограждения и разработки технических решений, направленных на безопасность ведения горных работ и повышение технико-экономических показателей строительства шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях.

Выше перечисленная совокупность существенных признаков позволяет получить следующий технический результат - повышение надежности и точности определения температуры во всем объеме участка породного массива в процессе его искусственного замораживания и оттаивания.

Поставленная задача решается с помощью признаков 2-го пункта формулы изобретения, таких как система мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях, включает оптоволоконный кабель, расположенный в контрольно-термических скважинах и шпурах шахтного ствола, подключенный к волоконно-оптическому регистратору, данные с которого непрерывно обрабатываются и по каналу передачи передаются на сервер, замораживающие колонки, связанные посредством трубопроводов с замораживающей станцией, данные с которой непрерывно обрабатываются и передаются по каналу передачи данных на сервер на котором установлена математическая модель термогидродинамических процессов, содержащая данные о геологических и теплофизических свойствах породного массива, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках, а также о параметрах работы замораживающей станции, при этом сервер посредством канала передачи данных связан с автоматизированным рабочим местом специалиста, где при помощи информационно-аналитической системы обработки и визуализации состояния ледопородного ограждения производится расчет распределения температуры во всем замораживаемом обводненном породном массиве.

Выше перечисленная совокупность существенных признаков позволяет получить следующий технический результат - повышение надежности и точности определения температуры во всем объеме участка породного массива в процессе его искусственного замораживания и оттаивания.

### **Перечень фигур, чертежей.**

Изобретение иллюстрируется примером реализации способа и схемой системы мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях (Фиг).

### **Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения.**

Система (см. Фиг) включает оптоволоконный кабель 1, расположенный в контрольно-термических скважинах 2 и шпурах 3 шахтного ствола 4, подключенный к волоконно-оптическому регистратору 5, данные с которого непрерывно обрабатываются и по каналу передачи 6 передаются на сервер 7, замораживающие колонки 8, связанные посредством трубопроводов 9 с замораживающей станцией 10, данные с которой непрерывно обрабатываются и передаются по каналу передачи данных 11 на сервер 7, на

котором установлена математическая модель 12 термогидродинамических процессов, содержащая данные о геологических и теплофизических свойствах породного массива, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках 8, а также о параметрах работы замораживающей станции 10.

Сервер 7 посредством канала передачи данных 13 связан с автоматизированным рабочим местом специалиста 14, где при помощи информационно-аналитической системы обработки и визуализации состояния ледопородного ограждения производится расчет распределения температуры во всем замораживаемом обводненном породном массиве.

В результате благодаря обработке и интерпретации лазерных импульсов распределенный температурный датчик (оптоволоконный кабель), характеризующийся стабильностью и помехозащищенностью, позволяет в режиме реального времени по всей глубине контрольно-термической скважины определять температуру горных пород.

Особенность предложенной системы контроля заключается в том, что ее структурные элементы позволяют хранить все данные геологических и теплофизических свойств горных пород, осуществлять сбор параметров работы замораживающих станций стволов и интерпретировать результаты термометрии скважин и шпуров на базе оптоволоконной технологии, в результате при помощи системы, на основе обработанных экспериментальных измерений температуры в локальных участках породного массива, определяется температурное поле во всем замораживаемом объеме пород.

Приведенная на Фиг. Схема работает следующим образом.

Структурные элементы системы (фиг. 1) взаимодействуют следующим образом. Данные о внутримолекулярных колебаниях решетки оптоволоконного кабеля 1, расположенного по всей глубине контрольных скважин 2 и шпуров 3 шахтного ствола 4, вызванные тепловым воздействием в результате замораживания породного массива, обрабатываются и интерпретируются при помощи волоконно-оптического регистратора 6, который осуществляет сравнение спектров и интенсивности исходного лазерного излучения и излучения, рассеянного в обратном направлении (Рамановское рассеяние) определяя таким образом температуру горных пород вдоль оптического волокна. Эти данные вместе с данными о параметрах работы холодильных установок 7 замораживающей станции — температура прямого и обратного потоков хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках 5, а также его объемный расход, передаются на сервер 8, где установлена математическая модель. В дальнейшем при помощи автоматизированного рабочего места специалиста 9, с установленной на нем информационно-аналитической системой обработки и визуализации состояния ледопородного ограждения производится расчет распределения температур во всем объеме участка массива горных пород и визуализация результатов расчета. При этом разработка 3D-модели

термогидродинамических процессов, происходящих в обводненном породном массиве в условиях его искусственного замораживания, осуществляется с необходимой детальностью на основании проекта организации строительства ствола и данных инженерно-геологических изысканий.

Ниже приведен пример осуществления мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания, который включает следующие этапы:

- размещение оптоволоконного кабеля в контрольно-термических скважинах и шпурах;
- обработку и интерпретацию с помощью волоконно-оптического регистратора данных о внутримолекулярных колебаниях решетки оптоволоконна, вызванных тепловым воздействием замораживающих колонок;
- передачу полученных с высокими пространственным разрешением и точностью измерения температур горных пород в режиме реального времени на сервер;
- разработку 3D математической модели термогидродинамических процессов, протекающих в замораживаемом породном массиве, содержащую данные о геологических и теплофизических свойствах обводненных горных пород, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках, а также о параметрах работы холодильных установок шахтных стволов;
- осуществляют интеграцию оперативных данных о температуре горных пород с методом решения обратной задачи теплораспределения, идея которого сводится к минимизации функционала рассогласований между модельными и измеренными температурами;
- на рабочем месте специалиста с помощью информационно-аналитической системы (где с помощью компьютерной программы свидетельство РФ № 2018666337 Название «FrozenWall» зарегист. 17.12.2018), выполняют расчеты и визуализацию температурного поля во всем замораживаемом объеме породного массива, с возможностью прогнозирования состояния ледопородного ограждения и разработки технических решений, направленных на безопасность ведения горных работ и повышение технико-экономических показателей строительства шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях.

Технология, описанная в примере в сложных гидрогеологических условиях позволяет непрерывно и оперативно производить экспериментальные измерения распределенной температуры горных пород по глубине контрольно-термических скважин и шпуров с высокими пространственным разрешением (25 сантиметров) и точностью измерения (0,1 градус Цельсия), а также интеграцию их с методом решения обратной задачи расчета теплораспределения на математической модели

термогидродинамических процессов, происходящих в замораживаемом обводненном породном массиве.

Для расчета распределения температур во всем замораживаемом породном массиве используется метод решения обратной задачи расчета теплораспределения, который за счет дополнительных сведений о распространении теплоты в породном массиве уточняет решение прямой задачи теплораспределения. Метод решения задачи сводится к минимизации функционала рассогласований между модельными и измеренными температурами в термометрических скважинах и шпурах.

Функционал рассогласования между модельными и измеренными температурами горных пород записывается в виде:

$$I = \sum_{i=1}^{N_c} ||T|_{\Gamma_i} - T_i^*| + \sum_{j=1}^{N_k} ||T|_{\Gamma_j} - T_j^*|, \quad (1)$$

где  $|T|_{\Gamma_i}$  — модельная температура массива на границе с  $i$ -ой контрольной скважиной, °С;  $T_i^*$  — экспериментально измеренная температура в  $i$ -ой контрольной скважине, °С;  $N_c$  — количество контрольных скважин;  $|T|_{\Gamma_j}$  — модельная температура массива на границе с  $j$ -ым контрольным шпуром, °С;  $T_j^*$  — экспериментально измеренная температура в  $j$ -ом контрольном шпуре, °С;  $N_k$  — количество контрольных шпуров;

Минимизация функционала осуществляется по физическим свойствам породного массива в зонах льда и охлаждения — теплоемкостям ( $c_1, c_2$ ), теплопроводностям ( $\lambda_1, \lambda_2$ ), удельной скрытой теплоте кристаллизации воды ( $L$ ), значения которых приняты за наименее достоверные в связи с неоднородностью реального породного массива, несовершенством методик определения физико-механических свойств горных пород по извлеченным образцам керна, недостаточностью статистических выборок образцов и пр. При этом для каждого из данных варьируемых параметров устанавливается область допустимых значений на основании инженерно-геологических изысканий.

Алгоритм решения обратной задачи расчета теплораспределения на основе которого функционирует разработанная система мониторинга, работает следующим образом.

1. Определяются начальные приближения для параметров минимизации —  $c_1, c_2, k_1, k_2, L$ .

2. Производится численный расчет зависимости радиуса фронта фазового перехода  $r_{ph}(t)$  от времени с использованием явного метода Рунге-Кутты 4-го порядка.

3. Производится численное интегрирование рассогласований температур  $||T_{ei}(t) - T(r_{ei}, t)||$  для каждой контрольной скважины и каждого

контрольного шпура для текущих теплоемкостей ( $c_1, c_2$ ), теплопроводностей ( $k_1, k_2$ ) и удельной скрытой теплоты кристаллизации воды ( $L$ ), а также для параметров, отклоненных от текущих  $c_1, c_2, k_1, k_2, L$  на малую величину: ( $c_1 + \Delta c, c_2$ ), ( $c_1, c_2 + \Delta c$ ), ( $k_1 + \Delta k, k_2$ ), ( $k_1, k_2 + \Delta k$ ) и ( $L + \Delta L$ ).

4. Выполняется расчет приращений для параметров минимизации методом градиентного спуска. Задание новых значений  $c_1, c_2, k_1, k_2, L$ , проверка их на предельные минимальные и максимальные значения.

5. Возврат к пункту 2 (новая итерация).

Важным аспектом прикладного значения разработанной системы мониторинга является то, что система используется в условиях искусственного замораживания породного массива при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях и базируется на использовании математической модели термогидродинамических процессов, происходящих в обводненном породном массиве, которая калибруется на основании данных термометрии контрольных скважин и шпуров, кроме этого система мониторинга температуры породного массива позволяет прогнозировать температурное поле с учетом различных горнотехнических ситуаций — выход из строя замораживающих колонок, влияние экзотермической реакции твердения бетона при возведении крепи, влияние течения флюидов, теплообмен горных пород с воздухом в процессе проходки ствола. Функциональные возможности разработанной системы мониторинга позволяют вывести на качественно новый уровень контроль процессов формирования и состояния ледопородных ограждений строящихся шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях, обеспечивающий безопасность ведения горных работ.

Таким образом, точное и надежное измерительное оборудование в сочетании с аналитической обработкой и интерпретацией экспериментальных данных, получаемых в процессе выполнения оперативного и непрерывного мониторинга формирования и состояния ледопородного ограждения шахтных стволов, позволяют определять трехмерное распределение температуры во всем замораживаемом породном массиве, а также при помощи математической модели термогидродинамических процессов, происходящих в обводненном породном массиве, производить прогноз и разработку технических решений, направленных как на безопасность ведения горных работ, так и на повышение технико-экономических показателей строительства шахтных стволов.

Данное описание рассматривается как материал, иллюстрирующий изобретение, сущность которого и объем патентных притязаний определены в нижеследующей формуле изобретения, совокупностью существенных признаков и их эквивалентами.

**Источники информации:**

1. Трунак Н.Г. Замораживание грунтов в подземном строительстве горных. // М., «Недра», 1974. — 281 с.
2. Harris J.S. Ground Freezing in Practice. — Thomas Telford Limited. 1995. — 290 p.
3. ПБ 03-428-02 Правила безопасности при строительстве подземных сооружений, утв. Постановлением Госгортехнадзора России 01.11.2001 г. № 49. — 167 с.
4. Правила по обеспечению промышленной безопасности при проходке стволов (рудников, шахт) специальными способами, утв. Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.05.2015 г. № 26. — 29 с.
5. СНиП 2.06.14-85 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод, утв. Государственным комитетом по делам строительства СССР 23.04.1985 г. — 71 с.
6. СП 103.13330.2012 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод, утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) 30.06.2012 г. — 68 с.
7. ВСН 189-78 Ведомственные строительные нормы. Инструкция по проектированию и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей, утв. Приказом Главного технического управления Министерства транспортного строительства СССР 10.05.1978 г. № 21. — 79 с.
8. Трунак Н.Г. Замораживание горных пород при проходке стволов. // Углетехиздат, 1954. — 896 с.- прототип.

### **Формула изобретения**

1. Способ мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях включающий следующие этапы:

- размещение оптоволоконного кабеля в контрольно-термических скважинах и шпурах;
- обработку и интерпретацию с помощью волоконно-оптического регистратора данных о внутримолекулярных колебаниях решетки оптоволокна, вызванных тепловым воздействием замораживающих колонок;
- передачу полученных с высокими пространственным разрешением и точностью измерения температур горных пород в режиме реального времени на сервер;
- разработку 3D математической модели термогидродинамических процессов, протекающих в замораживаемом породном массиве, содержащую данные о геологических и теплофизических свойствах обводненных горных пород, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках, а также о параметрах работы холодильных установок шахтных стволов;
- осуществляют интеграцию оперативных данных о температуре горных пород с методом решения обратной задачи теплораспределения, идея которого сводится к минимизации функционала рассогласований между модельными и измеренными температурами;
- на рабочем месте специалиста с помощью информационно-аналитической системы, выполняют расчеты и визуализацию температурного

поля во всем замораживаемом объеме породного массива, с возможностью прогнозирования состояния ледопородного ограждения и разработки технических решений, направленных на безопасность ведения горных работ и повышение технико-экономических показателей строительства шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях.

2. Система мониторинга температуры породного массива в условиях его искусственного замораживания при строительстве шахтных стволов в сложных гидрогеологических условиях, включает оптоволоконный кабель 1, расположенный в контрольно-термических скважинах 2 и шпурах 3 шахтного ствола 4, подключенный к волоконно-оптическому регистратору 5, данные с которого непрерывно обрабатываются и по каналу передачи 6 передаются на сервер 7, замораживающие колонки 8, связанные посредством трубопроводов 9 с замораживающей станцией 10, данные с которой непрерывно обрабатываются и передаются по каналу передачи данных 11 на сервер 7, на котором установлена математическая модель 12 термогидродинамических процессов, содержащая данные о геологических и теплофизических свойствах породного массива, параметрах хладоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках 8, а также о параметрах работы замораживающей станции 10, при этом сервер 7 посредством канала передачи данных 13 связан с автоматизированным рабочим местом специалиста 14, где при помощи информационно-аналитической системы обработки и визуализации состояния ледопородного ограждения производится расчет распределения температуры во всем замораживаемом обводненном породном массиве.



Фиг.

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

Номер евразийской заявки:  
**201900352**

**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

*E21B 47/07 (2012.01)*  
*G01K 11/32 (2006.01)*

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)  
E21D 1/12; E21D 1/14; E21B 47/07; G01K 11/32

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)  
eLIBRARY, Google patent, Espacenet, Яндекс патенты

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	ГОЛОВАТЫЙ И.И. и др. Оптимизация процессов формирования ледопородного ограждения при сооружении шахтных стволов. Горный журнал. 2018-08-06, №8, с.48-53, ISSN 0017-2278.	1, 2
D, A	ТРУПАК Н.Г. Замораживание горных пород при проходке стволов. Москва, Углетехиздат, 1954, весь документ.	1, 2
A	RU 2109951 C1 (АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ОТКРЫТОГО ТИПА НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "НАУКА") 1998-04-27, весь документ.	1, 2

последующие документы указаны в продолжении

\* Особые категории ссылочных документов:  
«А» - документ, определяющий общий уровень техники  
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке  
«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее  
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.  
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения  
«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности  
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории  
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом  
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **28/04/2020**

*Согласовано в электронном виде*

Уполномоченное лицо:  
Начальник Отдела механики, физики и электротехники

Д.Ф. Крылов

**КОПИЯ ВЕРНА**

Начальник Управления экспертизы  
Евразийского патентного ведомства  
Евразийской патентной организации

*Молодцов Д.Ю. Богожин*  
Дата **29 АПР 2020**