Испытательная лаборатория НПК «Суперметалл»: быстро, надежно и достоверно

О. Е. Пухова к. х. н., **Т. Ф. Васекина** к. х. н.,
Н. В. Ровинская, И. В. Борягина
АО «НПК «Суперметалл», Москва
pukhova.o@yandex.ru

УДК 543.07

Статья получена 07.10.2019

Принята к публикации 30.10.2019

В статье представлена деятельность испытательной лаборатории АО «НПК «Суперметалл» (ИЛ), рассмотрены методы анализа, применяемые для определения состава платиновых металлов, их сплавов и примесных элементов при переработке вторичного сырья драгоценных металлов и изготовлении изделий технического назначения из них. Дано краткое описание используемых методик измерений и приведены их метрологические характеристики. Предложена унифицированная методика определения примесей, учитывающая влияние матричных эффектов. Лаборатория аккредитована и принимает участие в аттестации стандартных образцов состава и межлабораторных сличительных испытаниях.

Металлы платиновой группы (МПГ) находят широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря своим уникальным свойствам. Высокие температуры плавления, сопротивление коррозии и разрушению делают эти металлы и их сплавы незаменимыми для изготовления оборудования по производству высококачественных стекол, стеклянных волокон и монокристаллов оксидных соединений. Несмотря на постоянный рост цен на МПГ, их потребление неуклонно растет. Научно-производственный комплекс «Суперметалл» им. Е. И. Рывина более 55 лет занимается переработкой сырья драгоценных металлов, производством материалов, изделий и оборудования на основе платиновых сплавов, например, стеклоплавильных аппаратов, каталитических систем, специального лабораторного оборудования, изделий медицинского назначения [1]. Основную долю сырья для производства новой продукции составляют лом и отходы изделий из платиновых металлов, что существенно сокращает расход драгоценных металлов и способствует уменьшению безвозвратных потерь. Испытательная лаборатория (ИЛ) АО «НПК «Суперметалл» анализирует поступающее сырье на всех стадиях его переработки и при изготовлении новых изделий технического назначения из переработанных платиновых металлов.

Испытательная лаборатория аккредитована в международном органе по аккредитации ААЦ «Аналитика» и выполняет все требования и рекомендации ГОСТ-17025 «Общие требования к компетентности испытательной

лаборатории». Лаборатория обеспечивает оперативный и достоверный контроль химического состава драгоценных металлов и их сплавов, содержания основных, легирующих и примесных элементов на всех этапах производства, подтверждая свою компетентность успешным прохождением межлабораторных сличительных испытаний [2]. Лаборатория располагает современными отечественными и зарубежными средствами измерения, испытательным оборудованием, стандартными образцами для проведения всех необходимых испытаний, научно-исследовательских работ по совершенствованию анализа благородных металлов и разработки новых технологических и производственных процессов и решений. Сотрудники имеют высокую квалификацию на базе специального образования и большой опыт работы с объектами из драгоценных металлов.

Неотъемлемой частью контроля поступающих на переработку сырья и материалов является отбор представительных проб, состав которых характеризует весь объект. Этот процесс реализуется с помощью разработанных в лаборатории стандартов организации отбора образцов (СТП). Погрешность (неопределенность) пробоотбора пренебрежимо мала по сравнению с метрологическими характеристиками аттестованных методик.

Контроль металлов и сплавов на содержание примесей осуществляется атомно-эмиссионным и атомно-абсорбционными методами анализа с использованием ГСО и собственных аттестованных методик, не уступающих

Таблица 1. Диапазоны измерений Al, Ag, As, Au, Bi, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Ir, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Ru, Sb, Si, Sn, и Zn и метрологические показатели методики «Определение массовых долей примесей в пробах платинородиевых сплавов методом атомно-эмиссионной спектроскопии» [4], отн. %

Диапазон измерений, массовая доля	Показатель повторяемости, $\sigma_{\text{п}}$, отн	Показатель внутрिलाбораторной прецизионности $\sigma_{\text{Р, л}}$, отн	Показатель точности $\pm \delta_{\text{л}}$, (P=0,95)	Расширенная неопределенность измерения $\pm U_{\text{л, т}}$ (P=0,95)
От 0,0003 до 0,05	12	17	35	37
От 0,05 до 0,35 вкл.	7	7	15	17

по метрологическим характеристикам существующим стандартным методикам, а по количеству определяемых примесных элементов иногда и превосходящих их. Для этих целей лаборатория оснащена соответствующими спектральными приборами. Для атомно-эмиссионного анализа используются атомно-эмиссионный (АЭС) спектрометр СПАС-01 с дуговым возбуждением спектра и спектрограф ДФС-8 с многоканальным анализатором спектра отечественного производства. Для возбуждения спектров применяется генератор дуги постоянного или переменного тока с силой до 15 А. Атомно-абсорбционный анализ проводится на атомно-абсорбционном (ААА) спектрометре «новАА-330» с пламенным атомизатором (производство Analytik Jena, Германия). Прибор укомплектован набором необходимых ламп с полым катодом.

Для анализа атомно-эмиссионным методом с дуговым возбуждением спектра платинородиевых сплавов, не соответствующих имеющимся ГСО, в испытательной лаборатории разработана унифицированная методика определения примесей. Она учитывает влияние матричных эффектов, а также различие между стандартными образцами, используемыми для построения градуировочных характеристик, и реальными пробами. В результате проведенных исследований [3, 4] по определению примесей в приготовленных смесях по градуировочным графикам, построенным по стандартным образцам, были определены диапазоны, в которых содержание родия не влияет на определение примесей. Так, сплавы с содержанием родия от 0,1 до 5% масс. включительно анализируются по градуировочным графикам, построенным по стандартным образцам Пл, от 5 до 15% масс. – по градуировочным графикам, построенным по стандартным образцам ПлРд90-10, и от 15 до 35% масс. – по градуировочным графикам, построенным по стандартным образцам ПлРд80-20 [5]. Таким образом, условия анализа сплавов, составы которых находятся в выбранных диапазонах, оказываются близки к тем, при которых строятся градуировочные характеристики с использованием стандартных образцов. Метрологические характеристики унифицированной методики представлены в табл. 1.

Контроль примесных элементов, содержание которых выходит за пределы диапазона определения по атомно-эмиссионным методикам, проводится атомно-абсорбционным методом с пламенной атомизацией пробы [6, 7]. Массовая концентрация элементов определяется по градуировочным графикам или по методу ограничивающих растворов, комбинируемому с методом добавок, который заключается в установлении содержания определяемого элемента в исследуемой пробе по

Аттестат аккредитации

Атомно-эмиссионный спектрометр СПАС-01 с дуговым возбуждением спектра

линейной зависимости абсорбции растворов с добавками меньшего и большего фиксированного количества определяемого компонента. Этот метод применяется также при возможном нарушении стабильности измерений и для анализа сплавов сложного или нестандартного состава.

Вскрытие проб проводится в смеси концентрированных азотной и соляной кислот (1 : 3) («царская водка») при нагревании. Для сокращения времени испытаний и максимального перевода анализируемых элементов в раствор при анализе керамических материалов и сплавов с содержанием родия более 20% масс. вскрытие пробы проводится в аналитических автоклавах. После растворения образцов отгоняются оксиды азота с помощью концентрированной соляной кислоты. Все испытания проводятся

Таблица 2. Диапазоны измерений и метрологические показатели методик измерений массовых долей неблагородных металлов, серебра, золота, родия, палладия и платины в платиноидах и их сплавах атомно-абсорбционным методом, отн. %

Диапазон измерений, массовая доля	Показатель повторяемости, σ_r , отн	Показатель внутрилабораторной прецизионности $\sigma_{R, \text{л}}$, отн	Показатель точности $\pm \delta_{\text{л}}$ (P=0,95)	Расширенная неопределенность измерения $\pm U_{\text{л, т}}$ (P=0,95)
Методика измерений массовых долей неблагородных металлов, серебра и золота в платиноидах и их сплавах атомно-абсорбционным методом [6]				
Ag				
От 0,01 до 0,5 вкл.	3,5	4,0	8,0	8,0
Св. 0,5 до 6,0 вкл.	2,0	2,5	5,0	5,0
Au				
От 0,01 до 0,5 вкл.	3,0	3,5	7,0	8,0
Св. 0,5 до 6,0 вкл.	2,0	2,5	5,0	5,0
Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, Pb ¹ и Sn ²				
От 0,01 до 0,5 вкл.	3,0	3,0	6,0	8,0
Св. 0,5 до 6,0 вкл.	2,0	2,5	5,0	5,0
Методика измерений массовых долей родия, палладия и платины в платиноидах и их сплавах атомно-абсорбционным методом [7]				
Pt				
От 0,1 до 0,5 вкл.	4,0	4,0	8,0	8,6
Св. 0,5 до 10,0 вкл.	3,0	3,5	7,0	7,2
Pd, Rh				
От 0,01 до 0,5 вкл.	4,5	4,5	9,0	9,6
Св. 0,5 до 10,0 вкл.	3,0	3,0	6,0	7,0

¹ Нижняя граница диапазона методики по свинцу 0,05%.

² Нижняя граница диапазона методики по олову 0,1%.

Таблица 3. Диапазоны измерений и метрологические методики измерений массовых долей платины, родия и палладия в шамотно-керамических материалах атомно-абсорбционным методом [8], отн. %

Диапазон измерений, массовая доля	Показатель повторяемости, σ_r , отн	Показатель внутрилабораторной прецизионности, $\sigma_{R, л}$, отн	Показатель точности, $\pm \delta_{л, (P=0,95)}$	Расширенная неопределенность измерения, $\pm U_{л, м} (P=0,95)$
Pt				
От 0,01 до 0,1 вкл.	9,0	10,0	21,0	22,0
Св. 0,1 до 3 вкл.	5,0	5,0	10,0	11,0
Rh				
От 0,001 до 0,005 вкл.	13,0	15,0	31,0	33,0
Св. 0,005 до 0,05 вкл.	9,0	10,0	21,0	22,0
Св. 0,05 до 0,3 вкл.	5,0	5,0	10,0	11,0
Pd				
От 0,0005 до 0,005 вкл.	13,0	15,0	31,0	32,0
Св. 0,005 до 0,15 вкл.	9,0	10,0	21,0	22,0

с использованием государственных стандартных образцов утвержденного типа с установленными метрологическими характеристиками.

Платиновые металлы не мешают определению неблагородных элементов, поэтому влияние матричного раствора (раствора платиноидов) учитывается только при анализе металлов платиновой группы. Метрологические

характеристики разработанных методик [6, 7] представлены в табл. 2.

В процессе эксплуатации стеклоплавильных аппаратов часть платиновых металлов переходит шамотно-керамическую футеровку устройств. В целях рационального использования металлов платиновой группы эти металлы максимально извлекаются из отработанных

Таблица 4. Метрологические показатели методик измерения массовых долей Pd [10] и Pt [9], абс. %

Массовая доля	Показатель повторяемости, σ_r	Показатель внутрилабораторной прецизионности, $\sigma_{R, л}$	Границы интервала абсолютной погрешности, $\pm \Delta_{л, (P=0,95)}$	Расширенная неопределенность измерения, $\pm U_{л, м} (P=0,95)$
Методика измерений массовой доли палладия в сплавах платиноидов гравиметрическим и атомно-абсорбционным методами (Pd) [10]				
10,00	0,05	0,02	0,13	0,13
25,00	0,12	0,05	0,31	0,31
50,00	0,20	0,06	0,60	0,62
62,50	0,29	0,07	0,81	0,82
90,00	0,33	0,09	1,04	1,06
Определение массовой доли платины в сплавах платиноидов гравиметрическим методом, комбинированным с методом атомной абсорбции (Pt) [9]				
20,00	0,09	0,06	0,26	0,29
35,00	0,13	0,07	0,43	0,43
50,00	0,18	0,09	0,60	0,61
65,00	0,21	0,11	0,78	0,79

Таблица 5. Диапазоны измерений и метрологические показатели методик измерений массовых долей компонентов в платиноидах и их сплавах методами рентгеноспектрального флуоресцентного анализа [12, 13], абс. %

Диапазон измерений, массовая доля	Показатель повторяемости, σ_r	Показатель внутрилабораторной прецизионности, $\sigma_{R, л}$	Показатель точности ($P=0,95$), $\pm\Delta_{л}$	Расширенная неопределенность измерения $\pm U_{л, м}$ ($P=0,95$)
Методика измерений массовых долей родия, циркония, железа в платинородиевых сплавах методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа [12]				
Родий				
От 0,1 до 5,0 вкл.	0,0073+0,0139x	0,0068+0,105x	0,0126+0,0298x	0,0129+0,03x
Св. 5,0 до 40,0 вкл.	0,080	0,0749+0,0015x	0,1649+0,0041x	0,1683+0,0042x
Цирконий				
От 0,08 до 0,27 вкл.	0,0060	0,0065	0,028	0,031
Железо				
От 0,18 до 4,0 вкл.	0,0057+0,0042x	0,0108+0,0144x	0,0438+0,0189x	0,0447+0,0193x
Методика измерений массовой доли платины, родия, палладия и никеля в платиноидах и их сплавах рентгеноспектральным флуоресцентным методом [13]				
Палладий-никелевые (PdNi) Ni:				
От 3,0 до 6,0 вкл.	0,5	0,7	0,02x	0,021x
Палладий-платина-родиевые (PdPtRh), Pt				
От 0,5 до 5,0 вкл.	1,5	1,8	0,04x	0,041x
Платина-родий-палладиевые (PtRhPd), Pd				
От 0,5 до 5,0 вкл.	0,9	1,1	0,026x	0,027x
Св. 5,0 до 50 вкл.	0,5	0,5	0,011x	0,012x
Платина-родиевые (PtRh), Rh				
От 3,0 до 6,0 вкл.	1,4	1,4	0,03x	0,031x
Св. 6,0 до 20,0 вкл.	1,0	1,0	0,023x	0,024x
Св. 20,0 до 40,0 вкл.	0,4	0,5	0,014x	0,015x

Примечание: x – результат анализа.

шамотно-керамических материалов. Для достоверной оценки содержания МПГ в шамотно-керамических материалах в ИЛ разработана и внедрена методика измерения массовой доли платины в диапазоне от 0,01 до 3% масс., родия в диапазоне от 0,001 до 0,3% масс. и палладия в диапазоне от 0,0005 до 0,15% масс. [8], а также установлены правила отбора образцов и их пробоподготовки. Метрологические показатели представлены в табл. 3.

При содержании платины от 20 до 90% масс. и палладия от 10 до 90% масс. в испытательной лаборатории применяются гравиметрические методы, комбинированные с атомной абсорбцией. Платина осаждается в виде гексахлоплатината аммония, который подвергается прокаливанию [9]. Получившаяся после прокаливания платиновая

губка растворяется в смеси концентрированных кислот и в полученном растворе атомно-абсорбционным методом определяется содержание соосадившихся вместе с ней палладия и родия. Атомно-абсорбционным методом также определяется содержание платины, оставшееся в фильтрах. Палладий осаждается в виде диметилглиоксимины, который является весовой формой. Содержание неосадившегося палладия в фильтрах определяется атомно-абсорбционным методом [10, 11]. Разработанные методы позволяют значительно сократить время выполнения анализа без потери точности определения макрокомпонентов. Метрологические показатели методик представлены в табл. 4.

Определение основных компонентов в ПЛРД-сплавах проводится с помощью рентгеноспектрального

Атомно-абсорбционный спектрометр novAA-330 с пламенным атомизатором

флуоресцентного анализа (РФА) на энергодисперсионном спектрометре «Спектроскан «МАКС-С» (производство ООО «НПО «Спектрон», Санкт-Петербург) [12, 13]. Сканирующий кристалл-дифракционный канал позволяет измерять интенсивность излучения определенной длины волны (энергии). Рабочий диапазон длин волн сканирующего канала обеспечивает измерение интенсивностей спектральных линий химических элементов в диапазоне от кальция (20 Ca) до урана (92 U) от 0,01 до 100% масс. Метод позволяет быстро и без потерь платиновых металлов определить состав анализируемых сплавов.

В методе внешнего стандарта концентрация элемента в пробе рассчитывается прямым сопоставлением интенсивностей аналитических линий, зарегистрированных от пробы и образца сравнения, или с предварительным построением градуировочных графиков. В качестве образцов сравнения используются аттестованные стандартные образцы (ГСО), которые по составу соответствуют большинству анализируемых сплавов ПЛРД. Количественный анализ образцов неизвестного или сложного состава можно проводить с помощью программы метода фундаментальных параметров без стандартных образцов сравнения или с использованием всего одного стандартного образца для каждого типа анализируемого сплава. В качестве стандартного образца в данном случае используются пробы с установленным другими способами составом или специально полученный материал нужного состава. Метрологические показатели методик представлены в табл. 5.

Для определения золота от 33,0 до 99,5% масс. в лаборатории реализован метод купелирования [14], на основании которого в 2018 году испытательная лаборатория принимала участие в аттестации стандартного образца состава 99,5% масс. золота.

Энергодисперсионный спектрометр «Спектроскан МАКС-С»

В лаборатории разработаны спектрофотометрические методы для определения окисленной и неокисленной форм циркония в платине и платинородиевых сплавах, родия в платинородиевых сплавах, платины и палладия в тройных сплавах ПЛРДПД.

Сотрудники испытательной лаборатории стремятся к увеличению точности и скорости анализа драгоценных металлов, разрабатывают новые или улучшают старые методы анализа, исследуют различные нестандартные продукты, проводят работы по метрологическому обеспечению качества аналитических процессов. Испытательная лаборатория АО «НПК «Суперметалл» в своей деятельности ориентируется на потребности производства и решение задач аналитического сопровождения разработок новых технологических процессов и новых материалов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Васекин В. В., Морозова Л. Э., Ястребов В. А.** Достижения ОАО «НПК» Суперметалл» в области разработки и производства продукции из драгоценных металлов // Цветные металлы. 2012. № 5. С. 31–36.
2. **Ровинская Н. В., Лузан С. В.** Аналитическая лаборатория ОАО «НПК» Суперметалл» // Цветные металлы. 2012. № 5. С. 36–39.
3. МВИ СМ-004-2015. Методика измерений массовых долей примесей в платине, платинородиевых сплавах и палладии методом атомно-эмиссионной спектроскопии. – М., 2015. 14 с.
4. МВИ СМ-010-2017. Определение массовых долей примесей в пробах платинородиевых сплавов методом атомно-эмиссионной спектроскопии. – М., 2015. 12 с.
5. **Пухова О. Е., Васекина Т. Ф.** Унифицированная методика определения массовых долей примесей в платинородиевых сплавах методом атомно-эмиссионной спектроскопии // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84. № 4. С. 22–26.
6. МВИ СМ-001-2015. Определение массовых долей неблагородных металлов, серебра и золота в платиноидах и их сплавах атомно-абсорбционным методом. – М., 2015. 23 с.
7. МВИ СМ-007-2015. Определение массовых долей родия, палладия и платины в платиноидах и их сплавах атомно-абсорбционным методом. – М., 2015. 23 с.

8. МВИ СМ-009-2015. Методика измерений массовых долей платины, родия и палладия в шамотно-керамических материалах атомно-абсорбционным методом. – М., 2015. 15 с.
9. МВИ СМ-003-2015. Определение массовой доли платины в сплавах платиноидов гравиметрическим методом, комбинированным с методом атомной абсорбции. – М., 2015. 21 с.
10. МВИ СМ-002-2015. Методика измерений массовой доли палладия в сплавах платиноидов гравиметрическим и атомно-абсорбционным методами. – М., 2015. 18 с.
11. Васекина Т.Ф., Борягина И.В., Пятахина Е.С., Ровинская Н.В. Особенности гравиметрического определения палладия в палладийсодержащих объектах // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013, Т. 79. №1. С. 15–18.
12. МВИ СМ-005-2015. Методика измерений массовых долей родия, циркония, железа в платинородиевых сплавах методом рентгенофлуоресцентного анализа. – М., 2015. 14 с.
13. СМ-008-2015. Методика измерений массовой доли платины, родия, палладия и никеля в платиноидах и их сплавах рентгенофлуоресцентным методом. – М., 2015. 14 с.
14. ISO 11426:2014. Ювелирное дело. Определение содержания золота в золотых ювелирных сплавах. Метод купелирования (пробирный анализ). – М., 2014. 14 с.
4. MVI SM-010-2017. Determination of mass fractions of impurities in samples of platinum-rhodium alloys by atomic emission spectroscopy. М., 2017, 12 p.
5. Pukhova O.E., Vasekina T.F. A unified technique of determining mass fractions of the impurities in platinum-rhodium alloys by atomic emission spectroscopy (AES). *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. 2018, 84(4), pp. 22–26 (In Russ).
6. MVI SM-001-2015. Determination of the mass fractions of base metals, silver and gold in platinoids and their alloys by the atomic absorption method. М., 2015, 23 p.
7. MVI SM-007-2015. Determination of the mass fractions of rhodium, palladium and platinum in platinoids and their alloys by the atomic absorption method. М., 2015, 23 p.
8. MVI SM-009-2015. Methodology for measuring the mass fractions of platinum, rhodium and palladium in chamotte-ceramic materials by the atomic absorption method. М., 2015, 15 p.
9. MVI SM-003-2015. Determination of the mass fraction of platinum in platinum alloys by the gravimetric method combined with the atomic absorption method. М., 2015, 21 p.
10. MVI SM-002-2015. Methodology for measuring the mass fraction of palladium in platinum alloys by gravimetric and atomic absorption methods. М., 2015, 18 p.
11. Vasekina T.F., Boryagina I.V., Pyatakhina E.S., Rovinskaya N.V. Features of Gravimetric Determination of Palladium in Palladium-Containing Compounds. *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. 2013, 79 (1), pp. 15–18 (In Russ).
12. MVI SM-005-2015. Methodology for measuring the mass fractions of rhodium, zirconium, iron in platinum rhodium alloys by X-ray fluorescence analysis. М., 2015, 14 p.
13. SM-008-2015. Method for measuring the mass fraction of platinum, rhodium, palladium and nickel in platinum and their alloys by the X-ray fluorescence method. М., 2015, 14 p.
14. ISO 11426:2014. Jewellery – Determination of gold in gold jewellery alloys – Cupellation method (fire assay). М., 2014, 14 p.

REFERENCES

1. Vasekin V.V., Morozova L.E., Yastrebov V.A. Achievements of JSC Supermetal in the field of development and production of precious metal products. *Cvetnye metally – Non-ferrous Metals*, 2012, no. 5, pp. 31–36.
2. Rovinskaya N.V., Luzan S.V. Analytical Laboratory of JSC Supermetal. *Cvetnye metally – Non-ferrous Metals*, 2012, no. 5, pp. 36–39.
3. MVI SM-004-2015. The method of measurement of mass fraction of impurities in the platinum, rhodium and palladium alloys by atomic emission spectroscopy. М., 2015, 13 p.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:

Цена 1960 руб.

Майер Вероника Р.

Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. Издание 5-е.

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2019. – 408 с., ISBN 978-5-94836-480-3

Представляем читателю 5-е издание книги, которое расширено за счет современных методов и оборудования. В книге многое доработано, добавлено большое количество ссылок. Те места в тексте, где не хватало информации о современном положении дел в ВЭЖХ или нужны были дополнительные разъяснения, снабжены примечаниями переводчиков, также добавлены ссылки на соответствующую литературу. В издание включена новая тема – контроль качества. Два раздела в приложениях были обновлены и расширены Бруно И. Ленди – раздел о тестировании хроматографической системы и раздел о выявлении и устранении неисправностей. Были написаны некоторые новые разделы. Книга отличается простотой изложения и, что не менее важно, такими же простыми и понятными иллюстрациями, значительно облегчающими понимание излагаемого материала. Несомненное достоинство книги — множество практических задач, которые автор предлагает решить начинающему хроматографисту в ходе обучения. Издание рекомендовано начинающим изучать высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ).

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

125319, Москва, а/я 91; тел.: +7 495 234-0110; факс: +7 495 956-3346; e-mail: knigi@technosphere.ru; sales@technosphere.ru

XXIII

Московский международный Салон изобретений и инновационных технологий **АРХИМЕД**

24 - 27 марта 2020

Москва, Россия, Конгрессно-выставочный центр "Сокольники", павильон №2

Конкурсная программа

Презентация высокотехнологичных проектов

**Международная выставка товарных
знаков «Товарный знак - Лидер»**

**Международная научно-практическая конференция
«Актуальные вопросы изобретательской,
и патентно-лицензионной деятельности»**

**Международная выставка изобретений,
новых продуктов и услуг**

www.archimedes.ru

Заявки
на участие
принимаются до
20 февраля 2020 года
105187, г.Москва,
ул.Щербаковская, д.53, к.В,
ООО "АрхимедЭкспо",
e-mail: mail@archimedes.ru
Телефон/факс: +7(495) 366-14-65,
+7(495) 366-03-44
www.archimedes.ru