

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

GENERAL QUESTIONS

Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2017. Т. 20, № 4. С. 291—306.
DOI: 10.17073/1609-3577-2017-4-291-306

УДК 621.318

Оценка объектов интеллектуальной собственности в сфере наноиндустрии

© 2017 г. Л. В. Кожитов^{1,§}, Б. Г. Киселев¹, Т. В. Райкова¹, А. В. Попкова²,
В. Г. Костишин¹, Д. Г. Муратов¹, Е. В. Якушко¹, В. Г. Косушкин³, В. Г. Бебенин⁴

¹ *Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Ленинский просп., д. 4, Москва, 119049, Россия*

² *Тверской государственный университет,
ул. Желябова, д. 33, Тверь, 170100, Россия*

³ *Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Калужский филиал),
ул. Баженова, д. 2, Калуга, 248000, Россия*

⁴ *Московский политехнический университет,
ул. Б. Семеновская, д. 38, Москва, 107023, Россия*

Аннотация. Рассмотрены новые разработанные наноматериалы и технологии их производства в качестве объектов интеллектуальной собственности (ОИС). Показана роль информационно-аналитической системы НИТУ «МИСиС» «Интеллектуальная собственность: охрана и коммерциализация» в правовой охране и коммерциализации результатов научно-технической деятельности. Одним из направлений деятельности НИТУ МИСиС является создание новых наноматериалов и технологий их производства. С целью коммерциализации новых наноматериалов и технологий их производства в НИТУ МИСиС разработаны предварительные технико-экономические обоснования по отдельным проектам, проведен расчет рыночной стоимости ОИС, в том числе и для постановки на баланс вуза для последующей их реализации потенциальным инвесторам. В разработке технико-экономических обоснований, расчете рыночной стоимости новых наноматериалов (как ОИС) принимают участие студенты-экономисты. Это позволяет на основе использования внутреннего потенциала вуза без дополнительного финансирования готовить технико-экономическое обоснование проектов, расчет рыночной стоимости ОИС, что представляет предметный интерес для потенциальных инвесторов. Рассмотрены преимущества и недостатки различных подходов в оценке объектов ОИС. В качестве примера ОИС в сфере наноиндустрии рассмотрена разработка новой технологии синтеза нанокompозита FeCo/C. Проанализировано применение металл-углеродного нанокompозита FeCo/C и обоснован выбор проектного решения по технологии его производства. Выполнено технико-экономическое обоснование проекта производства нанокompозита FeCo/C и дана оценка рыночной стоимости разработанной технологии.

Ключевые слова: наноиндустрия, технология, нанокompозит, объект интеллектуальной собственности, коммерциализация

Введение

Объекты интеллектуальной собственности (ОИС) наноиндустрии являются крупнейшим активом экономики России. Вовлечение ОИС в рыночные отношения позволит повысить эффективность

экономики страны в целом, увеличить ее капитализацию, сгладить кризисные явления, осуществить импортозамещение и совершить прорыв в современный технологический уклад.

В настоящее время реализация политики вузов по управлению интеллектуальной собственностью

Кожитов Лев Васильевич^{1,§} — доктор техн. наук, проф., e-mail: kozitov@misys.ru; **Киселев Борис Григорьевич**¹ — канд. экон. наук, доцент; **Райкова Татьяна Владимировна**¹ — начальник Отдела защиты интеллектуальной собственности; **Попкова Елена Васильевна**² — канд. техн. наук, ведущий инженер, e-mail: popkova-alena@rambler.ru; **Костишин Владимир Григорьевич**¹ — доктор физ.-мат. наук, проф., зав. каф. «Технология материалов электроники»; **Муратов Дмитрий Геннадьевич**¹ — канд. техн. наук, доцент; **Якушко Егор Владимирович**¹ — канд. техн. наук, доцент; **Косушкин Виктор Григорьевич**³ — доктор техн. наук, проф., e-mail: kosushkin@gmail.com; **Бибенин Вячеслав Геннадьевич**⁴ — доктор пед. наук, проф.

§ Автор для переписки

приобретает системный характер. Ниже рассмотрена разработанная в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») информационно–аналитическая система «Интеллектуальная собственность: охрана и коммерциализация».

Особенности функционирования системы оценки, охраны и коммерциализации интеллектуальной собственности

Система «Интеллектуальная собственность: охрана и коммерциализация» направлена на решение проблем, связанных с правовой охраной и коммерциализацией результатов научно–технической деятельности [1–3]. Функционально система представлена на рисунке.

Система включает следующие составные части: специализированные методики и интегральную базу данных результатов научно–технической деятельности.

К специализированным методикам относятся методические документы по проведению инвентаризации, учету и правовой охране результатов научно–технической деятельности в различных формах.

Специфика ОИС, созданных в области нанотехнологий, в первую очередь обусловлена их междисциплинарностью. Нанотехнологии — совокупность методов и приемов, применяемых при изучении, проектировании, производстве и использовании структур, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, интеграции и взаимодействия составляющих их наномасштабных элементов (менее 100 нм) для получения объектов с новыми химическими, физическими, биологическими свойствами. Следовательно, под нанопродукцией понимают такие объекты материального производства, в которых хотя бы один из показателей измеряется в нанодиапазоне 1–100 нм (1 нм = 10^{-9} м) [4].



Схема системы «Интеллектуальная собственность: охрана и коммерциализация»

Scheme of the system «Intellectual property: protection and commercialization»

Таблица 1

Базовые критерии сравнительного анализа альтернатив применения инновационных технологий
 [Basic criteria for comparative analysis of alternatives for the application of innovative technologies]

Критерии	Показатели	Критерии	Показатели
Маркетинговые	Размер рынка	Инвестиционные	Срок окупаемости
	Структурированность рынка		Достижение точки безубыточности
	Критичность проблемы для потребителей		Темпы роста прибыли
	Существующие конкуренты или альтернативы		Длительность жизненного цикла продукта
	Простота бизнес-модели		Понятность условий выхода инвестора
Производственные	Сложность/скорость воспроизводства продукта в промышленных условиях	Научно-технические	Срок выхода инвестора
	Необходимые человеческие ресурсы		Степень патентной защиты
	Необходимые производственные мощности		Уровень исследований в данной области науки и техники
	Срок создания прототипа		Вероятность отрицательного результата НИР
	Срок создания продукта		Опыт команды проекта, требования к квалификации кадров
	Сложность/необходимость сертификации и лицензирования		Наличие задела/прототипа

Наноматериалы уникальны тем, что вещество находится в особом, «наноразмерном», состоянии (<100 нм); наночастицы обладают большой площадью поверхности, ускоряющей взаимодействие между ними и средой, в которую они помещены. Это позволяет им становиться химически активными, а также изменять свойства; проявлять квантово-механические эффекты при критическом размере, который соизмерим с так называемым корреляционным радиусом того или иного физического явления (например, размерами магнитного домена и т. д.).

Доля проектов в наноиндустрии, получающих финансирование, по отношению к общему числу проектов, обращающихся за финансированием в государственные и промышленные фонды, незначительна. Критерии отбора проектов являются публичными и объективными [5].

Одной из причин такой ситуации является то, что инвестор рассматривает не научно-техническую идею, а проработанный бизнес-план. Помимо знаний и умений в профессиональной области, разработчику идеи необходимо обладать самому или привлечь специалистов, обладающих компетенциями в области экономики для составления технико-экономического обоснования предлагаемой разработки и оценки ее рыночной стоимости, маркетинга, финансов, стратегического менеджмента, продвижения разработки на рынок и организации продаж продукции.

Анализ выживаемости инновационных проектов показал, что большинство проектов не дожива-

ет до стадии инвестирования по причине того, что результаты, полученные на этапе исследования, не коррелируют с потребностями рынка или выбранным технологическим способом реализации новаторской идеи.

При разработке новой нанотехнологии у инноватора высок риск сделать ошибку в изначальных предположениях. Инноватор должен оценить и сравнить возможные варианты реализации идеи по системе критериев, определяющих жизнеспособность и перспективы коммерциализации проекта. В соответствии с основными разделами бизнес-плана [6] такая система содержит научно-технические, проектные, производственные, маркетинговые и инвестиционные критерии (табл. 1).

Разработчикам (владельцам) ОИС необходимо на ранних стадиях провести следующие работы:

- оценить, какие продукты на основе ОИС будут разработаны и произведены, будет ли на них спрос, какой результат (доход) может быть получен от их использования;
- составить бизнес-план, который должен по мере продвижения ОИС уточняться и отвечать на следующие вопросы: как должно развиваться малое инновационное предприятие, созданное на базе ОИС, каковы его предполагаемая стоимость, потенциал роста, соотношение долей в уставном капитале разработчика и инвестора?

Рассмотрим опыт НИТУ «МИСиС» по оценке и коммерциализации ОИС в наноиндустрии.

Одним из факторов, обеспечивающих успешную коммерциализацию ОИС, является оценка его стоимости.

Оценка стоимости ОИС необходима для совершения следующих экономических операций [7]:

- определения цены при покупке, продаже или передаче исключительных прав на ОИС;
- определения дохода от ОИС в собственном производстве;
- патентования прав на интеллектуальную собственность;
- лицензирования и оценки ущерба от нарушения прав владельца ОИС;
- определения вклада в уставной капитал при учреждении вновь образующихся или расширении действующих малых инновационных предприятий;
- определения доли интеллектуальной собственности в инвестиционных проектах;
- переоценки нематериальных активов предприятия;
- оптимизации налогов, выплачиваемых предприятием;
- страхования имущества, в состав которого входит ОИС;
- получения кредита под залог прав на ОИС;
- дарения и наследования прав на ОИС;
- определения стоимости активов предприятия при корпоративных транзакциях, т. е. при ликвидации, слиянии, акционировании, разделении, покупке и продаже предприятий, в активы которых входят права на ОИС.

Оценка стоимости ОИС должна проводиться в соответствии с международными и национальными стандартами оценки имущества и имущественных прав [8].

Рассмотрим состояние стоимостной оценки результатов инновационной деятельности. Согласно действующему бюджетному законодательству, образовательным и научным учреждениям предоставляются широкие возможности для самостоятельной денежной оценки права на использование результатов интеллектуальной деятельности. Каким образом проводить рыночную оценку? В стране созданы и работают оценочные компании, но оценка стоимости ОИС в этих компаниях довольно сложная и дорогая для вуза. Оценив по рыночной стоимости интеллектуальную собственность, ее необходимо поставить на баланс вуза или научного учреждения.

Результаты постановки ОИС на бухгалтерский учет в качестве нематериальных активов в НИТУ «МИСиС» представлены в табл. 2.

Экономический кризис увеличивает спрос на новые инновационные нанотехнологии, так как основным выходом из него является переход на технологии с меньшим потреблением ресурсов и создание новых материалов с новыми свойствами.

Налоги при реализации нематериальных активов представлены в табл. 3. Из данных табл. 3 следует, что прибылью признаются полученные доходы университета от реализации нематериальных активов, уменьшенные на величину производственных расходов.

Процедура оценки интеллектуальной собственности включает несколько этапов:

- правовая экспертиза прав на интеллектуальную собственность;
- проведение оценочных расчетов, включая выбор методов оценки;
- сбор и анализ исходной информации, необходимой для оценки объекта;

Таблица 2

Постановка объектов интеллектуальной собственности на бухгалтерский учет в качестве нематериальных активов [Statement of intellectual property on accounting as intangible assets]

Год	Патенты		Ноу-хау		Программы для ЭВМ		Всего	
	Количество	Стоимость, руб.	Количество	Стоимость, руб.	Количество	Стоимость, руб.	Количество	Стоимость, руб.
2010	9	537 705,00	27	974 128,00	0	0	36	1 511 833,00
2011	19	528 209,00	19	869 109,00	1	32 179,00	39	1 429 497,00
2012	14	1 919 193,00	27	4 631 612,00	5	1 935 665,00	46	8 486 470,00
2013	29	167 250,00	23	796 152,29	2	2 019 075,00	54	2 982 477,29
2014	0	0	16	324 054,00	0	0	16	324 054,00
2015	97	681 875,00	0	0	28	108 900,00	125	790 775,00
2016	107	789 400,00	71	11 425 018,58	27	122 700,00	205	12 337 118,58
2017	115	3 494 100,00	74	7 610 785,12	19	85 500,00	208	11 190 385,12
Итого	390	8 117 732,00	257	26 630 858,99	82	4 304 019,00	729	39 052 609,99

Таблица 3

Налоги при реализации нематериальных активов
[Taxes on the sale of intangible assets]

Вид налога	Действие	Примечание	Статья НК РФ	Пояснение
Налог на прибыль организации	Облагается	Для налога на прибыль объектом налогообложения признается прибыль, полученная налогоплательщиком	Ст. 247 п. 1	<i>Ст. 247. Объект налогообложения</i> Объектом налогообложения по налогу на прибыль организаций (далее в настоящей главе — налог) признается прибыль, полученная налогоплательщиком. Прибылью в целях настоящей главы признается: 1) для российских организаций, не являющихся участниками консолидированной группы налогоплательщиков, — полученные доходы, уменьшенные на величину произведенных расходов, которые определяются в соответствии с настоящей главой;
Налог на имущество	Не облагается	Нематериальные активы не признаются объектом налогообложения по налогу на имущество организации	Ст. 374	<i>Ст. 374. Объект налогообложения</i> 1. Объектами налогообложения для российских организаций признается движимое и недвижимое имущество (в том числе имущество, переданное во временное владение, в пользование, распоряжение, доверительное управление, внесенное в совместную деятельность или полученное по концессионному соглашению), учитываемое на балансе в качестве объектов основных средств в порядке, установленном для ведения бухгалтерского учета, если иное не предусмотрено статьями 378, 378.1 и 378.2 настоящего Кодекса.

– расчет стоимости по выбранным методикам и согласование расчетов, полученных различными методами;

– подготовка заключительного отчета об оценке ОИС и сравнение результатов оценки стоимости ОИС с существующими аналогичными объектами.

В настоящее время «Методическими указаниями по оценке ОИС» рекомендуется использовать следующие методы [7].

1. Затратный (по фактически произведенным затратам на создание ОИС, правовую охрану, приобретение и использование оцениваемого ОИС).

2. Сравнительный (на основе сравнительного анализа продаж, на основе цены сделок купли-продажи аналогичных ОИС).

3. Доходный (на основе доходов, которые ОИС может приносить в будущем).

Затратный метод основан на определении стоимости ОИС по фактически произведенным затратам их правообладателей и не учитывает будущих доходов от использования ОИС.

Оценка стоимости ОИС по затратному методу предусматривает выполнение следующих операций [7]:

– установление фактических затрат на создание ОИС;

– приведение разновременных затрат предыдущего периода к текущей стоимости на дату оценки

с учетом изменения цен, инфляции и ставок банковских процентов по вкладам и кредитам;

– определение суммы амортизационных отчислений по ОИС.

При оценке стоимости ОИС затратным методом разновременные затраты приводятся к дате оценки, что связано с выбором соответствующих коэффициентов перерасчета цен и других параметров, искажающих достоверность оценки. В затратном методе не учитывают будущие выгоды от использования ОИС в хозяйственной деятельности, которые могут значительно превышать фактические затраты на их создание, приобретение и введение в хозяйственный оборот. Расчетную стоимость ОИС, полученную затратным методом, следует рассматривать как минимально возможную в текущих условиях их использования.

Сравнительный метод основан на анализе фактических продаж аналогичных или сопоставимых ОИС. Стоимость нового ОИС при этом определяется по рыночным ценам продаж сопоставимых объектов с учетом корректировки показателей сопоставления (ставок роялти, индексов цен, инфляции и др.).

Выбор метода оценки ОИС определяется целью оценки, типом оцениваемого ОИС, а также наличием и полнотой исходной информации. Систематизация информации о подходах к оценке ОИС представлена в табл. 4 [9].

Таблица 4

**Сравнительная характеристика методов оценки объектов
интеллектуальной собственности [9]**

[Comparative characteristics of methods for assessing objects of intellectual property [9]]

Подход к оценке ОИС	Достоинства	Недостатки	Условия применения	Методы, реализуемые в рамках подхода
Затратный	Пригоден для оценки стоимости ОИС любого типа (включая абсолютно новые), а также при отсутствии информации по сравнительным продажам и доходам от использования ОИС	Практически неприменим для некоторых ОИС, например для наименований мест происхождения товаров. Требуется выполнения большого объема экспертных оценок и расчетов	В качестве основного метода для целей инвентаризации, балансового учета и определения минимальной цены ОИС, ниже которой сделка для владельца ОИС становится невыгодной. В качестве вспомогательного метода для корректировки данных, полученных с использованием других подходов	Метод стоимости создания (метод восстановления или замещения). Метод исторических затрат
Доходный	Пригоден для оценки стоимости любых приносящих доход ОИС при наличии достаточно достоверной информации о доходах от использования ОИС	Достаточно сложный и носит вероятностный характер, так как требует широкого использования прогнозных и экспертных данных	Применим всегда, когда можно найти данные о доходах, которые могут быть получены в результате использования оцениваемого ОИС	Метод прямой капитализации доходов. Метод дисконтирования денежных потоков. Метод выделения доли прибыли, приходящейся на ОИС. Метод преимущества в прибыли. Метод освобождения от роялти. Метод выигрыша в себестоимости
Сравнительный	Наиболее точный из всех подходов при наличии достаточного объема информации по рыночным продажам	Сложность получения информации о сделках с аналогичными ОИС. Необходимо выполнение сложных корректировок. Возможно получение субъективных и недостоверных оценок	Применим при условии наличия обширных статистических данных о рыночных продажах	Метод анализа сравнения продаж ОИС

**Методы оценки стоимости объектов
интеллектуальной собственности**

Затратный подход используют в следующих случаях [9]:

- при инвентаризации и постановке ОИС на учет в качестве нематериальных активов предприятия, при этом обязательно наличие первичных бухгалтерских документов, подтверждающих фактические расходы (осуществляется суммирование затрат без приведения по фактору времени);
- при оценке результатов НИР и ОКР;
- в ситуации монопольного положения создателя ОИС на рынке в случае дефицита аналогичных объектов;
- при оценке специализированных ОИС (в частности, программных продуктов), т. е. при оценке стоимости на ограниченном рынке;

– для оценки ОИС, не участвующих в формировании будущих доходов и не приносящих прибыли в настоящее время;

– при оценке ОИС, имеющих социальное, экологическое, оборонное значение, участвующих в обеспечении безопасности и т. п.

Стоимость ОИС в области нанотехнологий целесообразно оценивать с помощью затратного метода с использованием предложенной шестифакторной модели производства

$$Q = F(A, T, R_n, Ins, O, Inf),$$

где Q — произведенный продукт; A — человеческий фактор; T — технико-технологический фактор; R_n — природно-ресурсный фактор; Ins — институциональный фактор; O — организационный фактор; Inf — информационный фактор его создания [10].

Таким образом, в стоимость необходимо включить оплату труда всех специалистов, участвующих в создании нанотехнологической разработки и получении на нее патента: руководителей проекта, ученых–исследователей, изобретателей, обслуживающий персонал, патентоведов (А–фактор). Кроме того, необходимо учесть стоимость обслуживания научного оборудования, офисной техники, инструментов, материалов, коммунальных услуг (Т– и Rn–факторы), а также затраты на разработку процедур, правил и планов работы научной группы, накладные расходы на организационное сопровождение работы, обеспечение доступа к библиотекам научно–технической информации, патентным базам данных и другим специфическим платным информационным источникам (Ins–, O– и Inf–факторы).

Информационная система поддержки участников процесса создания и производственного применения ОИС в наноиндустрии включает в себя следующие составляющие:

1. Специализированные базы данных об информационных ресурсах, посвященных нанотехнологиям и наноиндустрии (ориентиром может стать функционирующая с 2013 г. в США база данных о стандартах в области нанотехнологий и связанных с ними инициативах и проектах [11].

2. Подсистемы мониторинга мероприятий, проектов научно–исследовательского, коммерческого или производственного назначения в сфере наноиндустрии.

3. Отчеты о результатах проделанной работы в области создания, продвижения и промышленного применения нанотехнологической интеллектуальной собственности.

4. Информационные площадки, занимающиеся организацией научных форумов, конференций, семинаров, выставок с целью популяризации достижений в области нанотехнологий.

В *сравнительном методе* оценки стоимости ОИС экономические преимущества и недостатки оцениваемых ОИС по сравнению с выбранными аналогами учитываются с помощью введения соответствующих поправок. При этом вводятся поправки, учитывающие качественные различия между оцениваемыми ОИС и их аналогами, в том числе в уровне технической значимости (поправки составляют 15–20 %) [12].

Сравнительный метод можно использовать при наличии достоверной и доступной информации о ценах аналогов объекта оценки и действительных условиях сделок с ним. В силу специфики и разнообразия ОИС, а также недостаточного развития рынка интеллектуальной собственности в России, сравнительный подход практически не применяется, используются только отдельные элементы сравнения. Экономическая сторона сделок с ОИС, как правило, является коммерческой тайной.

Доходный метод при оценке ОИС основан на расчете экономических выгод, ожидаемых от использования оцениваемого ОИС. Определение стоимости ОИС на основе доходного метода осуществляется с применением дисконтирования или капитализации денежных потоков от использования интеллектуальной собственности. При применении доходного подхода требуется тщательный анализ для выделения денежных потоков, генерируемых отдельными оцениваемыми ОИС.

Источники получения дохода от использования ОИС могут быть следующие:

- выпуск или увеличение объемов выпуска и реализации конкретных видов или всей продукции предприятия с использованием ОИС;

- увеличение объемов реализации продукции вследствие повышения цен на продукцию с использованием ОИС (при этом рост цен обусловлен ростом качества продукции);

- увеличение выручки за счет сокращения времени вывода продукции на рынок (в особенности в высокотехнологичных отраслях);

- выручка от реализации самих ОИС;

- снижение себестоимости при использовании ОИС в производстве продукции, проектировании и т. п.;

- экономия на капиталовложениях в разработку самих ОИС.

При оценке ОИС с использованием доходного метода важно правильно определить остаточный срок полезного использования ОИС или остаточный целесообразный срок службы ОИС, в течение которого он способен генерировать денежный поток на определенном уровне (например не меньшем, чем на дату оценки). На данный срок влияют различные факторы, в частности технический прогресс, изменение конъюнктуры рынка, скорость внедрения инноваций, сфера применения самого ОИС.

Следует отметить, что остаточный срок службы, определяемый в целях оценки ОИС, может быть меньше периода, остающегося до окончания срока действия исключительных прав на ОИС (например моральное устаревание патента и существенное уменьшение обеспечиваемых им экономических выгод могут произойти раньше, чем через 20 лет [12]).

Для оценки стоимости ОИС в дополнение к методам, рекомендованным «Указаниями», могут использоваться и другие методы [8, 13, 14]: метод реальных опционов, экспертный метод и метод, основанный на методологии нечеткой логики (нечетных множеств).

Метод реальных опционов предполагает оценку стоимости компонентов ОИС с использованием модели реальных опционов Блэка–Шоулза, на которой основана традиционная методология оценки финансовых опционов. Однако при применении этого

метода в качестве его входных данных используют нефинансовые показатели [13].

Экспертный метод основан на оценке стоимости ОИС квалифицированными и опытными экспертами–оценщиками.

Этот метод отличается простотой и возможностью получить оценку стоимости ОИС в короткие сроки. Однако в целях достижения более точных оценок рекомендуется использовать пошаговую оценку стоимости ОИС в составе нескольких экспертов–оценщиков.

Метод, основанный на методологии нечеткой логики (нечетких множеств), стали применять в экономических исследованиях в связи с необходимостью «раскрытия» неопределенности будущих экономических и технологических возможностей использования ОИС и остаточных рисков, обусловленных неточностью исходных данных.

Метод нечетких множеств позволяет формировать непрерывный спектр вариантов (сценариев) реализации по каждому из возможных параметров ОИС (в отличие от обычных интервальных подходов), оперировать как количественными, так и качественными критериями и определять вероятную интегральную рыночную стоимость ОИС. В последнем случае используют математический аппарат теории нечетких множеств, апробированный для решения многих подобных задач [14].

Актуальной задачей совершенствования инновационной деятельности вузов в сфере наноиндустрии является использование внутренних резервов вуза [15–19].

В НИТУ «МИСиС» распространен опыт создания кросс–функциональных команд студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников для выполнения перспективных разработок и исследований.

В качестве примера можно назвать практику привлечения студентов и аспирантов экономических специальностей для составления технико–экономических обоснований и расчетов рыночной стоимости разработок на кафедре «Технология материалов электроники». Студенты старших курсов экономических специальностей в ходе выполнения КНИР и преддипломной практики под руководством преподавателей–экономистов кафедры «Прикладная экономика» изучают новые разработки кафедры «Технология материалов электроники». Они знакомятся с новыми разрабатываемыми технологиями и материалами, собирают и анализируют отечественные и зарубежные данные для последующей подготовки технико–экономического обоснования проекта и определения рыночной стоимости технологий (патентов). Студенты выполняют анализ рынка нового материала и технологий его изготовления. Далее студенты приступают к выполнению выпускной квалификационной работы. В качестве

примера приведем одну из тем квалификационных работ: «Технико–экономическое обоснование и определение рыночной стоимости технологии производства металл–углеродных нанокompозитов Cu/C». Выполнение технико–экономического обоснования проекта является первым системным обобщением и обоснованием для последующего продвижения нового материала и технологии на рынок, а также для формирования рыночной стоимости технологии (патента).

Привлечение студентов–экономистов к разработке технико–экономического обоснования проектов по производству новых видов продукции и оценке рыночной стоимости патентов по технологии их производства реализовано и представлено в выпускных квалификационных работах студентов кафедры «Прикладная экономика» НИТУ «МИСиС» [20–24].

Такой подход позволил без дополнительного финансирования рискованных проектов провести на современном уровне с привлечением квалифицированных экономистов (преподавателей кафедры «Прикладная экономика») технико–экономическое обоснование новых технологий синтеза металл–углеродных нанокompозитов и выполнить оценку рыночной стоимости патентов. Результаты совместной работы технологов и экономистов позволяют рассмотреть эффективность и перспективы разработки технологий синтеза новых видов нанопроductии, заинтересовать потенциальных инвесторов, соединив результаты научно–исследовательских работ с показателями, на которые ориентируются инвесторы в процессе поиска объектов инвестирования, научить студентов–экономистов взаимодействовать с разработчиками идей на ранних стадиях выполнения проекта.

Представляется возможным подключение магистров по специальностям «Производственный и финансовый менеджмент» с целью разработки программы коммерциализации ОИС и создания малого инновационного предприятия по ФЗ–217.

Рассмотрим в качестве примера этапы разработки новой технологии синтеза нанокompозита FeCo/C, включая его применение, выбор проектного решения по созданию новой технологии синтеза, оценку стоимости ОИС, технико–экономическое обоснование производства нанокompозита FeCo/C и определение рыночной стоимости разработанной технологии [25–28]. На разработанную технологию синтеза металл–углеродного нанокompозита FeCo/C авторами получен патент [26].

Применение нанокompозита FeCo/C

Существенный интерес к наноструктурированным материалам, включающим в свой состав наночастицы ферромагнитных металлов и сплавов, вызван уникальными оптическими [29], магнитны–

ми [30], электрическими [31] и каталитическими [32] свойствами, проявляющимися в наноразмерном состоянии, а также широким технологическим применением [30, 33—35]. Особый интерес вызывают наночастицы магнитомягких сплавов на основе FeCo, которые имеют уникальные характеристики, такие как высокие намагниченность насыщения, магнитная проницаемость и температура Кюри [36—38].

Наносплавы FeCo находят широкое применение, а именно:

- электрохимические сенсоры и биосенсоры [34];
- направленная доставка лекарств при лечении рака [39—43];
- катализаторы в каталитических процессах [44—46];
- магнитные подшипники [47];
- тонкие пленки [48];
- магнитные системы записи [35];
- высокочастотные устройства [49—51];
- магниторезонансная томография [52, 53];
- защита от электромагнитного излучения [54—59];
- датчики [60].

Металл–углеродный нанокомпозит FeCo/C является важным функциональным материалом для изготовления экранирующих и радиопоглощающих покрытий и может быть использован в качестве магнитной добавки в различные строительные материалы для поглощения внешних и внутренних электромагнитных полей с целью сохранности здоровья людей, информационной безопасности в комнатах переговоров, создании покрытий безэховых камер, спецодежды для биологической защиты технического персонала, чехлов портативной радиотехники, а также в электронике и приборах СВЧ–электроники.

В данной работе синтезируемый по новой технологии нанокомпозит FeCo/C используется для поглощения электромагнитных излучений.

Выбор проектного решения по технологии производства нанокомпозита FeCo/C

Разработка методов получения нанокомпозитов с заданными свойствами является одной из приоритетных задач современного материаловедения. В настоящее время в литературе представлено значительное количество методов синтеза наночастиц металлов и сплавов, использующих как физический, так и химический подходы.

При выборе метода синтеза наночастиц металлов и сплавов целесообразно учитывать следующие факторы:

- защита наночастиц от окисления;
- возможность управления морфологией и размерами наночастиц;

– обеспечение равномерности распределения наночастиц в матрице;

– возможность синтеза наночастиц сплавов сложного состава с добавками легирующих компонентов;

– возможность в одном процессе реализовать синтез наночастиц металлов и сплавов с их защитой от окисления и коалесценции;

– низкие энергозатраты;

– простота технологической схемы;

– исключение дорогостоящих импортных реактивов и материалов;

– использование российского оборудования.

К основным проблемам синтеза наночастиц относится необходимость их защиты от окисления и агломерации. Одним из решений является включение наночастиц в состав матрицы [61—63], что позволяет контролировать размеры наночастиц, обеспечить их стабильность при хранении на воздухе, а также уменьшить плотность и массу композиционных покрытий.

В работах [64—68] показано, что в условиях ИК–пиролиза прекурсоров на основе полиакрилонитрила (ПАН) и соединений различных металлов (железа, кобальта, гадолиния, платины и меди) формируется металл–углеродные нанокомпозиты. Под действием интенсивного нагрева некогерентным ИК–излучением одновременно происходит карбонизация ПАН с образованием графитоподобной структуры матрицы и выделением H_2 , Co и NH_3 , которые восстанавливают соли металла. В результате формируется нанокомпозит, в котором металлические наночастицы диспергированы в структуре углеродной матрицы. Одновременное введение в состав прекурсора солей двух различных металлов позволяет получить *in situ* наночастицы сплавов в структуре графитоподобной матрицы [69].

Разработанный новый метод позволяет синтезировать наночастицы FeCo и матрицу за одну стадию под действием ИК–нагрева, т. е. в едином процессе одновременно формируются углеродная наноструктурированная матрица нанокомпозита и наночастицы сплава FeCo [70—72].

Растворы прекурсоров готовили растворением солей металлов (гидрата ацетилацетоната железа и ацетата кобальта) и ПАН в диметилформамиде (ДМФА) при периодическом перемешивании при комнатной температуре с последующей сушкой при $T \leq 70^\circ C$ в сушильном шкафу для удаления растворителя. Концентрация ПАН в растворе ДМФА составляла 5 % (вес.). Суммарная концентрация металлов в прекурсор — 20 % (вес.), соотношение металлов Fe : Co = 1 : 1.

Пиролиз проводили в ИК–камере лабораторной установки ИК–пиролиза. Предварительно прекурсор выдерживали при температуре 150 и 200 °C

по 15 мин. Процесс проводили в вакууме ($P \sim 10^{-2} \div 10^{-3}$ мм рт. ст.). Такая обработка необходима для удаления связанного с полимером растворителя и первоначального структурирования ПАН. Далее следовал нагрев до требуемой температуры основного процесса ИК-пиролиза (500—800 °С). Время экспозиции при заданной температуре ИК-нагрева составляло 10 мин.

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что наноккомпозиты представляют собой однородный материал, в котором наночастицы сплава FeCo равномерно распределены в углеродной графитоподобной матрице.

Созданы демонстрационные образцы радиопоглощающих материалов с дисперсным компонентом на основе наноккомпозита FeCo/C с коэффициентом отражения в диапазоне частот 25—40 ГГц не больше -12 дБ и коэффициентом поглощения электромагнитного излучения более 90 %. Полученные результаты показали перспективность использования металл-углеродных наноккомпозитов FeCo/C в качестве эффективных материалов для создания поглотителей СВЧ-излучения.

Технико-экономическое обоснование проекта производства наноккомпозита FeCo/C

Для осуществления предложенной технологии выбрали оборудование, произведенное в РФ, и определили цикл производства.

На основе заданных объемов производства наноккомпозита FeCo/C, производительности оборудования и сменности работы были определены: площадь и объем производственного помещения, расход исходных материалов, количество единиц оборудования, численность персонала, инвестиции, а также рассчитана себестоимость.

Годовой объем производства наноккомпозита был установлен на уровне 5000 кг. Производство наноккомпозита FeCo/C планируется разместить на территории предприятия, которое обладает производственными площадями и квалифицированными специалистами. Проектный уровень производства обеспечит комплексная бригада численностью 5 человек.

По проекту годовой фонд оплаты труда составит 4,2 млн руб., что соответствует среднемесячной зарплате одного работника 50 тыс. руб.

Для организации производства наноккомпозита FeCo/C определено помещение общей площадью 100 м² (рабочая зона, подсобное и складское помещения, раздевалка, душевая комната).

Технологическое оборудование состоит из сушильного шкафа SNOL 220/300 и электропечи с резистивным нагревом типа SNOL 4.8-25/1043. Затраты на оборудование составят 4,7 млн руб., на аренду производственной площади — 1,0 млн руб.;

на формирование оборотных средств потребуется 1,3 млн руб.

Оценка стоимости прав на использование технологии производства наноккомпозита FeCo/C (патент на технологию синтеза наноккомпозита FeCo/C пиролизом прекурсоров (соли железа и кобальта — (ПАН-ДМФА) выполнена затратным методом [10].

Оплата труда всех специалистов, участвовавших в течение трех лет в создании нанотехнологической разработки и получении на нее патента составила 6,6 млн руб.

Нормы расхода исходных материалов для синтеза 1 кг наноккомпозита приведены ниже:

Материал	Норма
ПАН	2 кг
Ацетил ацетонат железа	0,25 кг
Ацетат кобальта	0,25 кг
ДМФА	10 л

Стоимость исходных материалов для синтеза 1 кг наноккомпозита FeCo/C составляет 2880 руб.

Стоимость исходных материалов (соли металлов, ПАН и ДМФА), ремонта научного оборудования, водоснабжения, газоснабжения и электроэнергетики, исследований наноккомпозитов (рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия, УФ- и ИК-спектроскопия прекурсоров, измерения магнитных и радиопоглощающих свойств наноккомпозитов FeCo/C), а также амортизация научного оборудования составили 3,0 млн руб.

Затраты на обеспечение доступа к библиотекам научно-технической информации, патентным базам данных и другим специфическим платформам информационных источников, изготовление ксерокопий, организационное сопровождение работы (участие в конференциях, издание статей и трудов, оформление патентов и др.) составили 0,4 млн руб.

Общие расходы на создание ОИС (технология синтеза наноккомпозита FeCo/C) по затратному методу составили 10,0 млн руб. Таким образом приобретение прав на патент стоит 10 млн руб.

В общепроизводственные затраты включены расходы на ремонт и содержание основных средств, внутризаводское перемещение грузов, страхование имущества производственного назначения и затраты на охрану труда. Указанные расходы составят 0,6 млн руб./год. По проекту годовая сумма амортизационных отчислений составит 0,4 млн руб. при их средней норме 10 %.

В затраты на подготовку и освоение производства включены монтаж вентиляции и газораспределительных систем печей, установка и наладка оборудования. По проекту эти расходы составят 0,5 млн руб.

Общехозяйственные расходы определены в размере 2,5 млн руб./год, на маркетинг и организацию

продажи продукции расходы составят 0,5 млн руб., затраты на сертификацию — 2,0 млн руб.

Полная себестоимость всего объема выпуска нанокompозита FeCo/C составит 44,0 млн руб., себестоимость 1 кг продукции — 8800 руб. Цена 1 кг готового нанокompозита принята равной 15 тыс. руб., с учетом НДС — 17,7 тыс. руб. Проектный уровень цены меньше цены на отечественном рынке, но его достаточно для обеспечения экономической эффективности проекта: затраты на 1 руб. реализации составят 0,5 руб., а чистая прибыль — 31 млн руб./год. По мере привлечения новых потребителей и увеличения спроса на нанокompозит цена на продукцию и экономические показатели проекта будут пересмотрены. На следующий год затраты на производство нанокompозита FeCo/C уменьшатся на величину стоимости приобретенного оборудования, а прибыль увеличится.

Оценка рыночной стоимости технологии

Рыночную стоимость технологии производства нанокompозита FeCo/C определяли с использованием двух методов — затратного и доходного. Сравнительный метод из-за отсутствия аналогов не применяли.

Затратный подход предполагает определение стоимости ОИС на основе калькуляции затрат, необходимых для его создания. Общие затраты на создание ОИС с учетом выполнения всего комплекса работ, как было определено ранее, составили 10 млн руб.

Доходный подход предполагает расчет рыночной стоимости ОИС путем приведения к дате оценки прогнозируемых будущих выгод в виде выплаты роялти. Ставка роялти в зависимости от страны, отрасли, продукции колеблется в значительном диапазоне. В проекте с учетом различных факторов обоснована ставка роялти по технологии производства нанокompозита FeCo/C в размере 10 % [8].

Для расчета денежного потока будущих поступлений использован метод дисконтирования, при котором денежные потоки конвертируются в стоимость путем введения ставки дисконтирования для их приведения к дате оценки. Этот метод используется для оценки ОИС, имеющих конкретный срок службы.

В проекте принят период дисконтирования 10 лет, укладывающийся в срок действия патента.

Для высокотехнологичной продукции и ее производства наиболее приемлемой является ставка дисконтирования не менее 30 %, как более соответствующая высоким рискам данного производства.

В проекте обоснована и рассчитана рыночная стоимость технологии получения нанокompозита FeCo/C при ставке дисконтирования 35 %, которая составляет 14,5 млн руб.

Таким образом, рыночная стоимость разработанной технологии находится в диапазоне 10,0—14,5 млн руб. В настоящее время проводятся исследования магнитных и радиопоглощающих свойств нанокompозита FeCo/C.

В соответствии с решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 3 августа 2010 г. (протокол № 4) субъекты естественных монополий и крупных государственных компаний могут быть включены в программы инновационного развития и технической модернизации промышленности. Программа инновационного развития предприятия нацелена на значительное улучшение основных показателей эффективности производства, а именно:

- снижение себестоимости продукции более 10 %;
- экономию энергетических ресурсов не менее 5 % ежегодно;
- повышение потребительских свойств выпускаемой продукции;
- повышение производительности труда не менее 5 % ежегодно;
- повышение экологичности процесса производства и утилизации отходов;
- освоение не менее двух новых технологий.

При подготовке Программы инновационного развития Приокского завода цветных металлов (**ПЦЗМ**) НИТУ «МИСиС» предложил две технологии синтеза металл–углеродных нанокompозитов FeNi₃/C и Ag/C, которые были приняты заводом к освоению. В рамках заключенного хозяйственного договора на оборудовании завода и с участием специалистов завода произведена опытная партия металл–углеродного нанокompозита и получен совместный патент НИТУ «МИСиС» и АО «Приокский завод цветных металлов» «Способ получения нанокompозита FeNi₃/C в промышленных масштабах». В настоящее время проводится сертификация металл–углеродного нанокompозита FeNi₃/C и поиск потребителей для вывода нанокompозита на внутренний и внешний рынки нанопродукции.

Заключение

Показано, что результаты научно–исследовательской деятельности вузов, полученные в виде ОИС, можно и необходимо ставить на бухгалтерский учет. По полученным новым материалам и технологиям их производства необходимо разрабатывать предварительные технико–экономические обоснования и расчет рыночной стоимости лежащих в их основе ОИС. Это позволяет привлечь потенциальных инвесторов к коммерциализации ОИС, логически сблизить процесс разработки новых технологий и практики их реализации в промышленности, а вузам получить дополнительное финансирование

научно-исследовательской деятельности. Дальнейшее развитие коммерциализации разработанных в вузах ОИС связано с усилением заинтересованности их авторов в практическом использовании разрабатываемых новых материалов и технологий.

Библиографический список

1. Филонов М. Р., Кожитов Л. В., Райкова Т. В., Балыхин М. Г. Охрана и коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности в режиме коммерческой тайны // Высшее образование сегодня. 2014. № 1. С. 32—40.
2. Кожитов Л. В., Райкова Т. В. Охрана интеллектуальной собственности — основа коммерциализации результатов научно-технической деятельности // Инновации. 2011. № 11. С. 10—17.
3. Кожитов Л. В., Райкова Т. В., Косушкин В. Г. Ноу-хау как основа создания малого инновационного предприятия по 217-ФЗ // Инновации. 2012. № 7. С. 13—19.
4. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. акад. РАН Ю. Д. Третьякова. М.: Физматлит, 2009. 368 с.
5. Колоколов А. С., Шульгин Д. Б. Методические аспекты работы над инновационными проектами на ранней стадии развития // Инновации. 2011. № 3. С. 96—101.
6. Смоляк С. А. Учет специфики инвестиционных проектов при оценке их эффективности // Аудит и финансовый анализ. № 3. 1999. URL: <https://www.cfin.ru/press/afa/1999-3/05-6.shtml>
7. Методические рекомендации по определению рыночной стоимости интеллектуальной собственности // Министерство имущественных отношений РФ, № СК-4/2197 от 26.11.2002 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41415/
8. Огороков В. Р., Тимофеева А. А. Принципы и методы оценки рыночной стоимости объектов интеллектуальной собственности в инновационной экономике. Инновации. 2011. № 3. С. 51—55.
9. Иншакова Е. И., Манякин М. А. Инфраструктурное обеспечение коммерциализации объектов интеллектуальной собственности в сфере наноиндустрии РФ // IX Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие российской экономики». М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 2016. Т. 6: Регионально-отраслевой потенциал инновационной экономики. С. 204—208.
10. Иншаков О. В. «Ядро развития» в контексте новой теории факторов производства // Экономическая наука современной России. 2003. № 1. С. 11—25.
11. NSP представил базу данных по стандартам в области нанотехнологий // ООО «Независимая экспертная компания «НОВОТЕСТ». URL: <http://www.novotest.ru/news/world/nsp-predstavil-bazu-dannykh-po-standartam-v-oblasti-nanotekhnologii/> (дата обращения: 03.04.2017)
12. Еленова Ю. А. Оценка объектов интеллектуальной собственности и нематериальных активов. М.: МГТУ «Станкин», 2009.
13. Лукичева Л. И., Егорычев Д. Н., Салихов М. Р., Егорычева Е. В. Управление процессами коммерциализации и оценки стоимости интеллектуального капитала наукоемких предприятий // Менеджмент в России и за рубежом. 2009. № 4. URL: <http://www.mevriz.ru/articles/2009/4/5576.html>
14. Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. Четкое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология: монография. М.: Машиностроение-1, 2004. 335 с.
15. Черникова А. А., Кожитов Л. В., Лунев А. П., Балыхин М. Г. Выход вуза на рынок деловых профессиональных услуг для реализации его интеллектуального потенциала // Высшее образование сегодня. 2014. № 3. С. 2—6.
16. Черникова А. А., Кожитов Л. В., Балыхин М. Г., Верхович В. С. Вывод вуза на рынок деловых профессиональных услуг // Высшее образование сегодня. 2014. № 3. С. 32—36.
17. Черникова А. А., Кожитов Л. В., Косушкин В. Г., Лиев А. А., Верхович В. С., Бебенин В. Г. Роль кросс-функциональных команд вуза в формировании компетенций выпускников // В сб.: Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов. Труды XI Международной конференции. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2014. С. 403—410.
18. Черникова А. А., Кожитов Л. В., Бебенин М. Г., Верхович В. С. Аудит результатов научно-технической деятельности вуза — фундамент успеха коммерциализации технологий // В сб.: Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов. Труды XI Международной конференции. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2014. С. 438—443.
19. Черникова А. А., Кожитов Л. В., Косушкин М. Г., Верхович В. С. Подготовка инноваторов в вузах // Инновации. 2013. № 7. С. 74—85.
20. Киселев Б. Г., Кожитов Л. В. Проблемы коммерциализации объектов интеллектуальной собственности // Цветные металлы. 2004. № 11. С. 15—19.
21. Киселев Б. Г., Кожитов Л. В., Козлов В. В., Пономарев М. В. Техно-экономическое обоснование определения рыночной стоимости технологии производства металлоуглеродных нанокмполитов // Цветные металлы. 2010. № 3. С. 15—20.
22. Киселев Б. Г., Кожитов Л. В., Козлов В. В., Ельцина И. В. Техно-экономическое обоснование производства композита с наночастицами серебра и определение ее рыночной стоимости // Цветные металлы. 2011. № 7. С. 6—10.
23. Киселев Б. Г., Кожитов Л. В., Козлов В. В., Ельцина И. В., Костикова А. В. Рынок нанопродукции: перспективы и ограничения // Цветные металлы. 2011. № 11. С. 6—10.
24. Киселев Б. Г., Костикова А. В., Попкова А. В., Козлов В. В., Садыкова А. Р. Техно-экономическое обоснование и определение рыночной стоимости технологии производства металлоуглеродного нанокмполита FeNi₃/C // Цветные металлы. 2013. № 3. С. 6—10.
25. Киселев Б. Г., Кожитов Л. В., Муратов Д. Г., Савкина А. В., Попкова А. В. Техно-экономическое обоснование производства нанокмполита FeCo/C и оценка рыночной стоимости технологии // Цветные металлы. 2014. № 3. С. 6—9.
26. Пат. 2552454 (РФ). Способ синтеза металлоуглеродного нанокмполита FeCo/C / Л. В. Кожитов, Д. Г. Муратов, В. Г. Костишин, А. В. Попкова, Е. В. Якушко, 2013.
27. Пат. 2455225 (РФ). Способ получения нанокмполита FeNi₃/пирилизированный полиакрилонитрил / Л. В. Кожитов, А. В. Костикова, В. В. Козлов, 2012.
28. Пат. 2593145 (РФ). Способ получения нанокмполита FeNi₃/C в промышленных масштабах / Л. В. Кожитов, Д. Г. Муратов, В. Г. Костишин, Е. В. Якушко, А. Г. Савиенко, И. В. Щетинин, А. В. Попкова, 2016.
29. Link S., El-Sayed M. A. Optical properties and ultrafast dynamics of metallic nanocrystals // Annu. Rev. Phys. Chem. 2003. V. 54. P. 331—366. DOI: 10.1146/annurev.physchem.54.011002.103759
30. Lu A.-H., Salabas E. L., Schüth F. Magnetic nanoparticles: Synthesis, protection, functionalization, and application // Angew. Chem. Int. Ed. 2007. V. 46, Iss. 8. P. 1222—1244. DOI: 10.1002/anie.200602866
31. Braun E., Eichen Y., Sivan U., Ben-Yoseph G. DNA-templated assembly and electrode attachment of a conducting silver wire // Nature. 1998. V. 391. P. 775—778. DOI: 10.1038/35826
32. Narayanan R., El-Sayed M. A. Catalysis with transition metal nanoparticles in colloidal solution: Nanoparticle shape dependence and stability // J. Phys. Chem. B. 2005. V. 109, Iss. 26. P. 12663—12676. DOI: 10.1021/jp051066p
33. Toshima N., Yonezawa T. Bimetallic nanoparticles novel materials for chemical and physical applications // New J. Chem. 1998. V. 22, Iss. 11. P. 1179—1201. DOI: 10.1039/A805753B
34. Luo X. L., Morrin A., Killard A. I., Smyth M. R. Application of nanoparticles in electrochemical sensors and biosensors // Electroanalysis. 2006. V. 18, Iss. 4. P. 319—326. DOI: 10.1002/elan.200503415
35. Daijiro Hisada, Yuji Fujiwara, Hideki Sato, Mutsuko Jimbo, Tadashi Kobayashi, Koichi Hata. Structure and magnetic properties of FeCo nanoparticles encapsulated in carbon nanotubes grown by microwave plasma enhanced chemical vapor deposition // J. Magn. Magn. Mater. 2011. V. 323, Iss. 24. P. 3184—3188. DOI: 10.1016/j.jmmm.2011.06.029
36. Zehani K., Bez R., Boutahar A., Hlil E. K., Lassri H., Moscovici J., Mliki N., Bessais L. Structural, magnetic, and electronic properties of high moment FeCo nanoparticles // J. Alloys Compd. 2014. V. 591. P. 58—64. DOI: 10.1016/j.jallcom.2013.11.208
37. Arruebo M., Fernández-Pacheco R., Ibarra M. R., Santamaría J. Magnetic nanoparticles for drug delivery // Nano Today. 2007. V. 2, Iss. 3. P. 22—32. DOI: 10.1016/S1748-0132(07)70084-1

38. Miller K. J., Colletti A., Papi P. J., McHenry M. E. Fe-Co-Cr nanocomposites for application in self-regulated rf heating // *J. Appl. Phys.* 2010. V. 107, Iss. 9. P. 09A313. DOI: 10.1063/1.3349043
39. Habib A. H., Ondeck C. L., Chaudhary P., Bockstaller M. R., McHenry M. E. Evaluation of iron-cobalt/ferrite core-shell nanoparticles for cancer thermotherapy // *J. Appl. Phys.* 2008. V. 103, Iss. 7. P. 07A307. DOI: 10.1063/1.2830975
40. Hütten A., Sudfeld D., Ennen I., Reiss G., Wojczykowski K., Jutzmann U., Wojczykowski K., Jutz P., Saikaly W., Thomas G. New magnetic nanoparticles for biotechnology // *J. Biotechnol.* 2004. V. 112, Iss. 1–2. P. 47–63. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2004.04.019
41. Kline T. L., Xu Y.-H., Jing Y., Wang J.-P. Biocompatible high-moment FeCo-Au magnetic nanoparticles for magnetic hyperthermia treatment optimization // *J. Magn. Magn. Mater.* 2009. V. 321, iss. 10. P. 1525–1528. DOI: 10.1016/j.jmmm.2009.02.079
42. Hütten A., Sudfeld D., Ennen I., Reiss G., Hachmann W., Jutzmann U., Wojczykowski K., Jutz P., Saikaly W., Thomas G. New magnetic nanoparticles for biotechnology // *J. Biotechnol.* 2004. V. 112, Iss. 1–2. P. 47–63. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2004.04.019
43. Reiss G., Hütten A. Magnetic nanoparticles: applications beyond data storage // *Nat. Mater.* 2005. V. 4. P. 725–726. DOI: 10.1038/nmat1494
44. Koike M., Hisada Y., Wang L., Li D., Watanabe H., Nakagawa Y., Tomishige K. High catalytic activity of Co-Fe/ α -Al₂O₃ in the steam reforming of toluene in the presence of hydrogen // *Appl. Catal. B: Environmental.* 2013. V. 140–141. P. 652–662. DOI: 10.1016/j.apcatb.2013.04.065
45. Qiu F. Y., Wang Y. J., Wang Y. P., Li L., Liu G., Yan C., Jiao L. F., Yuan H. T. Dehydrogenation of ammonia borane catalyzed by in situ synthesized Fe-Co nano-alloy in aqueous solution // *Catal. Today.* 2011. V. 170, Iss. 1. P. 64–68. DOI: 10.1016/j.cattod.2011.02.026
46. Wang L., Hisada Y., Koike M., Li D., Watanabe H., Nakagawa Y., Tomishige K. Catalyst property of Co-Fe alloy particles in the steam reforming of biomass tar and toluene // *Appl. Catal. B: Environmental.* 2012. V. 121–122. P. 95–104. DOI: 10.1016/j.apcatb.2012.03.025
47. Von Neida A. R., Chin G. Y. Rolling-induced magnetic anisotropy in a Co–10% Fe alloy // *J. Appl. Phys.* 1965. V. 36, Iss. 3. P. 1231–1232. DOI: 10.1063/1.1714182
48. Parhofer S., Kuhrt C., Wecker J., Gieres G., Schultz L. Magnetic properties and growth texture of high-coercive Nd-Fe-B thin films // *J. Appl. Phys.* 1998. V. 83, Iss. 5. P. 2735. DOI: 10.1063/1.366635
49. Hasegawa D., Yang H., Ogawa T., Takahashi M. Challenge of ultra high frequency limit of permeability for magnetic nanoparticle assembly with organic polymer—Application of superparamagnetism // *J. Magn. Magn. Mater.* 2009. V. 321, Iss. 7. P. 746–749. DOI: 10.1016/j.jmmm.2008.11.041
50. Yang H. T., Hasegawa D., Takahashi M., Ogawa T. Achieving a noninteracting magnetic nanoparticle system through direct control of interparticle spacing // *Appl. Phys. Lett.* 2009. V. 94, Iss. 1. P. 013103. DOI: 10.1063/1.3063032
51. Tang Y. J., Parker F. T., Harper H., Berkowitz A. E., Jiang Q., Smith D. J., Brand M., Wang F. Co₅₀Fe₅₀ fine particles for power frequency applications // *IEEE Trans. Magn.* 2004. V. 40, Iss. 4II. P. 2002–2004. DOI: 10.1109/TMAG.2004.832505
52. Choi J. S., Lee J. H., Shin T. H., Song H.-T., Kim E. Y., Cheon J. Self-Confirming “AND” Logic Nanoparticles for Fault-Free MRI // *J. Am. Chem. Soc.* 2010. V. 132, Iss. 32. P. 11015–11017. DOI: 10.1021/ja104503g
53. Seo W. S., Lee J. H., Sun X. M., Suzuki Y., Mann D., Liu Z., Terashima M., Yang P. C., McConnell M. V., Nishimura D. G., Dai H. FeCo/graphitic-shell nanocrystals as advanced magnetic-resonance-imaging and near-infrared agents. // *Nat. Mater.* 2006. V. 5. P. 971–976. DOI: 10.1038/nmat1775
54. Yong Yang, Cailing Xu, Yongxin Xia, Tao Wang, Fashen Li. Synthesis and microwave absorption properties of FeCo nanoplates // *J. Alloys Compd.* 2010. V. 493, Iss. 1–2. P. 549–552. DOI: 10.1016/j.jallcom.2009.12.153
55. Yang Y., Xu C. L., Xia Y. X., Wang T., Li F. S. Synthesis and microwave absorption properties of FeCo nanoplates // *J. Alloys Compd.* 2010. V. 493, Iss. 1–2. P. 549–552. DOI: 10.1016/j.jallcom.2009.12.153
56. Chen Wang, Ruitao Lv, Feiyu Kang, Jialin Gu, Xuchun Gui, Dehai Wu. Synthesis and application of iron-filled carbon nanotubes coated with FeCo alloy nanoparticles // *J. Magn. Magn. Mater.* 2009. V. 321, Iss. 13. P. 1924–1927. DOI: 10.1016/j.jmmm.2008.12.013
57. Mercier D., Lévy J.-C. S., Viau G., Fiévet-Vincent F., Fiévet F., Toneguzzo P., Acher O. Magnetic resonance in spherical Co Ni and FeCoNi particles // *Phys. Rev. B.* 2000. V. 62, Iss. 1. P. 532–544. DOI: 10.1103/PhysRevB.62.532
58. Lv R., Kang F., Gu J., Gui X., Wei J., Wang K., Wu D. Carbon nanotubes filled with ferromagnetic alloy nanowires: Lightweight and wide-band microwave absorber // *Appl. Phys. Lett.* 2008. V. 93, Iss. 22. P. 223105. DOI: 10.1063/1.3042099
59. Liu X. G., Geng D. Y., Meng H., Lil B., Zhang Q., Kang D. J., Zhang Z. D. Electromagnetic-wave-absorption properties of wire-like structures self-assembled by FeCo nanocapsules // *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2008. V. 41, Iss. 17. P. 175001. DOI: 10.1088/0022-3727/41/17/175001
60. Snyder R. L., Nguyen V. Q., Ramanujan R. V. Design parameters for magneto-elastic soft actuators // *Smart Mater. Struct.* 2010. V. 19, N 5. P. 055017. DOI: 10.1088/0964-1726/19/5/055017
61. Da Jeong Kim, Mou Pal, Won Seok Seo. Confined growth of highly uniform and single bcc-phased FeCo/graphitic-shell nanocrystals in SBA-15 // *Microporous and Mesoporous Materials.* 2013. V. 180. P. 32–39. DOI: 10.1016/j.micromeso.2013.06.006
62. Xu M. H., Zhong W., Wang Z. H., Chakong Au, Du Y. W. Highly stable FeCo/carbon composites: Magnetic properties and microwave response // *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures.* 2013. V. 52. P. 14–20. DOI: 10.1016/j.physe.2013.03.032
63. Chen Wang, Ruitao Lv, Zhenghong Huang, Feiyu Kang, Jialin Gu. Synthesis and microwave absorbing properties of FeCo alloy particles/graphite nanoflake composites // *J. Alloys Compd.* 2011. V. 509, Iss. 2. P. 494–498. DOI: 10.1016/j.jallcom.2010.09.078
64. Kozitov L. V., Kostikova A. V., Kozlov V. V., Bulatov M. F. The FeNi₃/C nanocomposite formation from the composite of Fe and Ni salts and polyacrylonitrile under IR-heating // *J. Nanoelectronics and Optoelectronics.* 2012. V. 7, N 4. P. 419–422. DOI: 10.1166/jno.2012.1322
65. Земцов Л. М., Карпачева Г. П., Ефимов М. Н., Муратов Д. Г., Багдасарова К. А. Углеродные наноструктуры на основе ИК-пиролизированного полиакрилонитрила // *Высокомолек. соед. А.* 2006. Т. 48, № 6. С. 977–982.
66. Karpacheva G. P., Bagdasarova K. A., Bondarenko G. N., Zemtsov L. M., Muratov D. G., Perov N. S. Co-carbon nanocomposites based on IR-pyrolyzed polyacrylonitrile // *Polym. Sci. Ser. A.* 2009. V. 51, N 11–12. P. 1297–1302. DOI: 10.1134/S0965545X09110157
67. Дзидзигури Э. Л., Земцов Л. М., Карпачева Г. П., Муратов Д. Г., Сидорова Е. Н. Получение и структура металл-углеродных нанокмпозитов Cu-C // *Российские нанотехнологии.* 2010. Т. 5, № 9–10. С. 109–111.
68. Ефимов М. Н., Дзидзигури Э. Л., Сидорова Е. Н., Земцов Л. М., Карпачева Г. П. Фазообразование в нанокмпозитах системы C-Pd-Fe // *Журнал физической химии.* 2011. Т. 85, № 4. С. 739–742.
69. Дзидзигури Э. Л., Муратов Д. Г., Земцов Л. М., Карпачева Г. П., Сидорова Е. Н. Формирование наночастиц интерметаллидов в структуре металлоуглеродного нанокмпозита C-Cu-Zn // *Российские нанотехнологии.* 2012. Т. 7, № 1–2. С. 60–63.
70. Muratov D. G., Kozitov L. V., Popkova A. V. Polyacrylonitrile-based FeCo/C nanocomposites: Preparation and magnetic properties // *Russ. J. Inorg. Chem.* 2016. V. 61, Iss. 10. P. 1312–1320. DOI: 10.1134/S0036023616100168
71. Kozitov L. V., Bulatov M. F., Muratov D. G., Kuzmenko A. P., Popkova A. V. The formation of nanocomposites FeCo/C of different phase composition on based on polyacrylonitrile // *J. Nanoelectronics and Optoelectronics.* 2014. V. 9, N 6. P. 823–827. DOI: 10.1166/jno.2014.1681
72. Bulatov M. F., Kozitov L. V., Muratov D. G., Karpacheva G. P., Popkova A. V. The magnetic properties of nanocomposites FeCo/C based on polyacrylonitrile // *J. Nanoelectronics and Optoelectronics.* 2015. V. 9, N 6. P. 828–833. DOI: 10.1166/jno.2014.1682

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки НИТУ «МИСис»
№ 11.8411.2017/8.9 и Гранта Президента РФ МК-2483.2019.3.

Статья поступила в редакцию 9 февраля 2018 г.

Izvestiya vuzov. Materialy elektronnoi tekhniki = *Materials of Electronics Engineering*. 2017, vol. 20, no. 4, pp. 291–306.
DOI: 10.17073/1609-3577-2017-4-291-306

Evaluation of intellectual property objects in the field of nanoindustry

L. V. Kozhitov^{1,§}, B. G. Kiselev¹, T. V. Raykova¹, A. V. Popkova², V. G. Kostishin¹, D. G. Muratov¹,
E. V. Yakushko¹, V. G. Kosushkin³, V. G. Bebenin⁴

¹ *National University of Science and Technology MISiS, 4 Leninsky Prospekt, Moscow 119049, Russia*

² *Tver State University, 33 Zhelyabova Str., Tver 170100, Russia*

³ *Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, 2 Bazhenova Str, Kaluga 248000, Russia*

⁴ *Moscow Polytechnic University, 38 Bolshaya Semyonovskaya Str., Moscow 107023, Russia*

Abstract. The features of nanomaterials as objects of intellectual property (OIS) are considered. The role of the information–analytical system of the MITIS “Intellectual Property: Protection and Commercialization” in the legal protection and commercialization of the results of scientific and technical activities is shown. The methods of evaluation of intellectual property objects are considered and the comparative characteristics of OIS estimation methods are given. As the OIS of the nanoindustry, the development of a new technology for the synthesis of the FeCo/C nanocomposite was chosen. The use of FeCo/C metal–carbon nanocomposite and the substantiation of the choice of the design solution for nanocomposite production technology are considered. The feasibility study of the FeCo/C nanocomposite production project was completed and the market value of the developed technology was estimated.

Keywords: nanoindustry, commercialization, intangible assets, intellectual property object, intellectual property valuation, valuation methods

References

1. Filonov M. R., Kozhitov L. V., Raikova T. V., Balykhin M. G. Protection and commercialization of the results of intellectual activity in the mode of commercial secrecy. *Higher Education Today*, 2014, no. 1, pp. 32–40. (In Russ.)
2. Kozhitov L. V., Raikova T. V. Protection of intellectual property — the basis of commercialization of scientific–technological activities. *Innovations*, 2011, no. 11, pp. 10–17. (In Russ.)
3. Kozhitov L. V., Raikova T. V., Kosushkin V. G. Know–how as a basis for the creation of a small innovative enterprise on FZ–217. *Innovations*, 2012, no. 7, pp. 13–19. (In Russ.)
4. *Nanotekhnologii. Azbuka dlya vseh* [Nanotechnology. ABC for all]. Moscow: Fizmatlit, 2009. 368 p. (In Russ.)
5. Kolokolov A. S., Shulgin D. B. Methodological aspects of innovative projects at an early stage. *Innovations*, 2011, no. 3, pp. 96–101. (In Russ.)
6. Smolyak S. A. Accounting for the specifics of investment projects in assessing their effectiveness. *Audit i finansovyy analiz = Audit and financial analysis*, 1999, no. 3. (In Russ.). URL: <https://www.cfin.ru/press/afa/1999-3/05-6.shtml>
7. Methodological recommendations for determining the market value of intellectual property. Ministry of Property Relations of the Russian Federation, No. SK–4/2197 of November 26, 2002. (In Russ.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41415/
8. Okorokov V. R., Timofeeva A. A. Principles and methods of the market cost estimation of the intellectual property objects in innovative economy. *Innovation*, 2011, no. 3, pp. 51–55. (In Russ.)
9. Inshakova E. I., Manyakin M. A. Infrastructural support of the commercialization of intellectual property in the sphere of the nanoindustry of the Russian Federation. *IX Mezhdunarodnaya nauchno–prakticheskaya konferentsiya «Innovatsionnoye razvitiye*

rossiyskoy ekonomiki» = IX International Scientific and Practical Conference «Innovative Development of the Russian Economy». Moscow: FGBOU VO «REU im. G.V. Plekhanova», 2016, vol. 6, pp. 204–208. (In Russ.)

10. Inshakov O. V. «Development Nucleus» in the light of the new factors of production theory. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii = Economic Science of Modern Russia*, 2003, no. 1, pp. 11–25. (In Russ.)

11. NSP presented a database on standards in the field of nanotechnology. *ООО «Независимая экспертная компания «NOVOTEST» = LLC «Independent expert company «Novotest»*. (In Russ.). URL: <http://www.novotest.ru/news/world/nsp-predstavil-bazu-dannykh-po-standartam-v-oblasti-nanotekhnologii/> (дата обращения: 03.04.2017).

12. Elenova Yu. A. *Otsenka ob"ektov intellektual'noi sobstvennosti i nematerial'nykh aktivov* [Evaluation of intellectual property and intangible assets]. Moscow: MGTU «Stankin», 2009. (In Russ.)

13. Lukicheva L. I., Egorychev D. N., Salikhov M. R., Egorychev E. V. Management of the processes of commercialization and valuation of the intellectual capital of knowledge–intensive enterprises. *Management in Russia and Abroad*, 2009, no. 4. (In Russ.). URL: <http://www.mevriz.ru/articles/2009/4/5576.html>

14. Diligenskii N. V., Dymova L. G., Sevast'yanov P. V. *Nechetkoe modelirovaniye i mnogokriterial'naya optimizatsiya proizvodstvennykh sistem v usloviyakh neopredelennosti: tekhnologiya, ekonomika, ekologiya* [Unclear modeling and multi–criteria optimization of production systems in conditions of uncertainty: technology, economics, ecology]. Moscow: Mashinostroeniye–1, 2004. 335 p. (In Russ.)

15. Chernikova A. A., Kozhitov L. V., Lunev A. P., Balykhin M. G. University entrance to the market of professional services for realization of its intellectual potential. *Higher Education Today*, 2014, no. 3, pp. 2–6. (In Russ.)

16. Chernikova A. A., Kozhitov L. V., Balykhin M. G., Verkhovich V. S. The conclusion of the university on the market of professional business services. *Higher Education Today*, 2014, no. 3, pp. 32–36. (In Russ.)

17. Chernikova A. A., Kozhitov L. V., Kosushkin V. G., Liev A. A., Verkhovich V. S., Bebenin V. G. The role of cross–functional teams of high school in the formation competencies of graduates. *Perspektivnye tekhnologii, oborudovanie i analiticheskie sistemy dlya materialovedeniya i nanomaterialov. Trudy XI Mezhdunarodnoi konferentsii = Advanced technologies, equipment and analytical systems for materials science and nanomaterials. Proceedings of the XI International Conference*. Kursk: Southwest State University, 2014. Pp. 403–410 (In Russ.)

Information about authors:

Lev V. Kozhitov^{1,§}: Dr. Sci. (Eng.), Professor (kozhitov@misis.ru); **Boris G. Kiselev¹**: Cand. Sci. (Econ.), Assist. Professor; **Tatyana V. Raykova¹**: Head of the Intellectual Property Department; **Alyona V. Popkova²**: Cand. Sci. (Eng.), Lead Engineer (popkova-alena@rambler.ru); **Vladimir G. Kostishin¹**: Dr. Sci. (Phys.–Math.), Professor, Head of Department; **Dmitriy G. Muratov¹**: Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher; **Egor V. Yakushko¹**: Cand. Sci. (Eng.), Assist. Professor; **Victor G. Kosushkin³**: Dr. Sci. (Eng.), Professor (kosushkin@gmail.com); **Vyacheslav G. Bebenin⁴**: Dr. Sci. (Pedagogic), Professor

§ Corresponding author

18. Chernikova A. A., Kozhitov L. V., Bebenin M. G., Verkhovich V. S. Audit of the results of scientific and technical activities of the university — the foundation for the success of the commercialization of technology. *Perspektivnye tekhnologii, oborudovanie i analiticheskie sistemy dlya materialovedeniya i nanomaterialov. Trudy XI Mezhdunarodnoi konferentsii = Advanced technologies, equipment and analytical systems for materials science and nanomaterials. Proceedings of the XI International Conference*. Kursk: Southwest State University, 2014, pp. 438—443. (In Russ.)
19. Chernikova A. A., Kozhitov L. V., Kosushkin V. G., Verkhovich V. S. Innovators' Preparation in Universities. *Innovations*, 2013, no. 7, pp. 74—85. (In Russ.)
20. Kiselev B. G., Kozhitov L. V. Problems of commercialization of intellectual property objects. *Tsvetnye Metally = Non-ferrous metals*, 2004, no. 11, pp. 15—19. (In Russ.)
21. Kiselev B. G., Kozhitov L. V., Kozlov V. V., Ponomarev M. V. Technical and economic substantiation and determination of marketable cost of the production technology of metallocarbonic nanocomposites. *Tsvetnye Metally = Non-ferrous metals*, 2010, no. 3, pp. 15—20. (In Russ.)
22. Kiselev B. G., Kozhitov L. V., Kozlov V. V., Eltsina I. V. Feasibility study of the composite with silver nanoparticles production technology and determination of its market value. *Tsvetnye Metally = Non-ferrous metals*, 2011, no. 7, pp. 6—10. (In Russ.)
23. Kiselev B. G., Kozhitov L. V., Kozlov V. V., Yeltsina I. V., Kostikova A. V. Nanotechnology market: Prospects and restrictions. *Tsvetnye Metally = Non-ferrous metals*, 2011, no. 11, pp. 6—10. (In Russ.)
24. Kiselev B. G., Kostikova A. V., Popkova A. V., Kozlov V. V., Sadykova A. R. The feasibility study and determination of the commercial cost for the technology of manufacturing of metal-carbon nanocomposite FeNi₃/C. *Tsvetnye Metally = Non-ferrous metals*, 2013, no. 3, pp. 6—10. (In Russ.)
25. Kiselev B. G., Kozhitov L. V., Muratov D. G., Savkina A. V., Popkova A. V. Technical and economic substantiation of production of FeCo/C nanocomposite and assessment of market value of technology. *Tsvetnye Metally = Non-ferrous metals*, 2014, no. 3, pp. 6—9. (In Russ.)
26. Pat. 2552454 (RF). *Sposob sinteza metallouglerodnogo nanokompozita FeCo/C* [Method for the synthesis of a metal-carbon nanocomposite FeCo/C]. L. V. Kozhitov, D. G. Muratov, V. G. Kostishin, A. V. Popkova, E. V. Yakushko, 2013. (In Russ.)
27. Pat. 2455225 (RF). *Sposob polucheniya nanokompozita FeNi₃/pirolizovannyy poliakrilonitril* [Method for obtaining nanocomposite FeNi₃/pyrolyzed polyacrylonitrile]. L. V. Kozhitov, A. V. Kostikova, V. V. Kozlov, 2012. (In Russ.)
28. Pat. 2593145 (RF). *Sposob polucheniya nanokompozita FeNi₃/S v promyshlennyykh masshtabakh* [Method for obtaining nanocomposite FeNi₃/C on an industrial scale]. L. V. Kozhitov, D. G. Muratov, V. G. Kostishin, E. V. Yakushko, A. G. Savienko, I. V. Shchetinin, A. V. Popkova, 2016. (In Russ.)
29. Link S., El-Sayed M. A. Optical properties and ultrafast dynamics of metallic nanocrystals. *Annu. Rev. Phys. Chem.*, 2003, vol. 54, pp. 331—366. DOI: 10.1146/annurev.physchem.54.011002.103759
30. Lu A.-H., Salabas E. L., Schüth F. Magnetic nanoparticles: Synthesis, protection, colloidal solution, and application. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2007, vol. 46, no. 8, pp. 1222—1244. DOI: 10.1002/anie.200602866
31. Braun E., Eichen Y., Sivan U., Ben-Yoseph G. DNA-templated assembly and electrode attachment of a conducting silver wire. *Nature*, 1998, vol. 391, pp. 775—778. DOI: 10.1038/35826
32. Narayanan R., El-Sayed M. A. Catalysis with transition metal nanoparticles in colloidal solution: Nanoparticle shape dependence and stability. *J. Phys. Chem. B*, 2005, vol. 109, no. 26, pp. 12663—12676. DOI: 10.1021/jp051066p
33. Toshima N., Yonezawa T. Bimetallic nanoparticles novel materials for chemical and physical applications. *New J. Chem.*, 1998, vol. 22, no. 11, pp. 1179—1201. DOI: 10.1039/A805753B
34. Luo X. L., Morrin A., Killard A. I., Smyth M. R. Application of nanoparticles in electrochemical sensors and biosensors. *Electroanalysis*, 2006, vol. 18, no. 4, pp. 319—326. DOI: 10.1002/elan.200503415
35. Daijiro Hisada, Yuji Fujiwara, Hideki Sato, Mutsuko Jimbo, Tadashi Kobayashi, Koichi Hata. Structure and magnetic properties of FeCo nanoparticles encapsulated in carbon nanotubes grown by microwave plasma enhanced chemical vapor deposition. *J. Magn. Mater.*, 2011, vol. 323, no. 24, pp. 3184—3188. DOI: 10.1016/j.jmmm.2011.06.029
36. Zehani K., Bez R., Boutahar A., Hlil E. K., Lassri H., Mo-scovici J., Mliki N., Bessais L. Structural, magnetic, and electronic properties of high moment FeCo nanoparticles. *J. Alloys Compd.*, 2014, vol. 591, pp. 58—64. DOI: 10.1016/j.jallcom.2013.11.208
37. Arruebo M., Fernández-Pacheco R., Ibarra M. R., Santamaria J. Magnetic nanoparticles for drug delivery. *Nano Today*, 2007, vol. 2, no. 3, pp. 22—32. DOI: 10.1016/S1748-0132(07)70084-1
38. Miller K. J., Colletti A., Papi P. J., McHenry M. E. Fe-Co-Cr nanocomposites for application in self-regulated rf heating. *J. Appl. Phys.*, 2010, vol. 107, no. 9, pp. 09A313. DOI: 10.1063/1.3349043
39. Habib A. H., Ondeck C. L., Chaudhary P., Bockstaller M. R., McHenry M. E. Evaluation of iron-cobalt/ferrite core-shell nanoparticles for cancer radiotherapy. *J. Appl. Phys.*, 2008, vol. 103, no. 7, pp. 07A307. DOI: 10.1063/1.2830975
40. Hütten A., Sudfeld D., Ennen I., Reiss G., Wojcyskowski K., Jutzi P. Ferromagnetic FeCo nanoparticles for biotechnology. *J. Magn. Mater.*, 2005, vol. 293, no. 1, pp. 93—101. DOI: 10.1016/j.jmmm.2005.01.048
41. Kline T. L., Xu Y.-H., Jing Y., Wang J.-P. Biocompatible high-moment FeCo-Au magnetic nanoparticles for magnetic hyperthermia treatment optimization. *J. Magn. Mater.*, 2009, vol. 321, no. 10, pp. 1525—1528. DOI: 10.1016/j.jmmm.2009.02.079
42. Hütten A., Sudfeld D., Ennen I., Reiss G., Hachmann W., Heinzmann U., Wojcyskowski K., Jutzi P., Saikaly W., Thomas G. New magnetic nanoparticles for biotechnology. *J. Biotechnol.*, 2004, vol. 112, no. 1-2, pp. 47—63. DOI: 10.1016/j.jbiotec.2004.04.019
43. Reiss G., Hütten A. Magnetic nanoparticles: applications beyond data storage. *Nat. Mater.*, 2005, vol. 4, pp. 725—726. DOI: 10.1038/nmat1494
44. Koike M., Hisada Y., Wang L., Li D., Watanabe H., Nakagawa Y., Tomishige K. High catalytic activity of Co-Fe/α-Al₂O₃ in the steam reforming of toluene in the presence of hydrogen. *Appl. Catal. B: Environmental*, 2013, vol. 140-141, pp. 652—662. DOI: 10.1016/j.apcatb.2013.04.065
45. Qiu F. Y., Wang Y. J., Wang Y. P., Li L., Liu G., Yan C., Jiao L. F., Yuan H. T. Dehydrogenation of ammonia borane catalyzed by in situ synthesized Fe-Co nano-alloy in aqueous solution. *Catal. Today*, 2011, vol. 170, no. 1, pp. 64—68. DOI: 10.1016/j.cattod.2011.02.026
46. Wang L., Hisada Y., Koike M., Li D., Watanabe H., Nakagawa Y., Tomishige K. Catalyst property of Co-Fe alloy particles in the steam reforming of biomass tar and toluene. *Appl. Catal. B: Environmental*, 2012, vol. 121-122, pp. 95—104. DOI: 10.1016/j.apcatb.2012.03.025
47. Von Neida A. R., Chin G. Y. Rolling-induced magnetic anisotropy in a Co-10% Fe alloy. *J. Appl. Phys.*, 1965, vol. 36, no. 3, pp. 1231—1232. DOI: 10.1063/1.1714182
48. Parhofer S., Kuhrt C., Wecker J., Gieres G., Schultz L. Magnetic properties and growth texture of high-coercive Nd-Fe-B thin films. *J. Appl. Phys.*, 1998, vol. 83, no. 5, pp. 2735. DOI: 10.1063/1.366635
49. Hasegawa D., Yang H., Ogawa T., Takahashi M. Challenge of ultra high frequency limit of permeability for magnetic nanoparticle assembly with organic polymer—Application of superparamagnetism. *J. Magn. Mater.*, 2009, vol. 321, no. 7, pp. 746—749. DOI: 10.1016/j.jmmm.2008.11.041
50. Yang H. T., Hasegawa D., Takahashi M., Ogawa T. Achieving a noninteracting magnetic nanoparticle system through direct control of interparticle spacing. *Appl. Phys. Lett.*, 2009, vol. 94, no. 1, pp. 013103. DOI: 10.1063/1.3063032
51. Tang Y. J., Parker F. T., Harper H., Berkowitz A. E., Jiang Q., Smith D. J., Brand M., Wang F. Co₅₀Fe₅₀ fine particles for power frequency applications. *IEEE Trans. Magn.*, 2004, vol. 40, no. 4II, pp. 2002—2004. DOI: 10.1109/TMAG.2004.832505
52. Choi J. S., Lee J. H., Shin T. H., Song H.-T., Kim E. Y., Cheon J. Self-confirming «AND» logic nanoparticles for fault-free MRI. *J. Am. Chem. Soc.*, 2010, vol. 132, no. 32, pp. 11015—11017. DOI: 10.1021/ja104503g
53. Seo W. S., Lee J. H., Sun X. M., Suzuki Y., Mann D., Liu Z., Terashima M., Yang P. C., McConnell M. V., Nishimura D. G., Dai H. FeCo/graphitic-shell nanocrystals as advanced magnetic-resonance-imaging and near-infrared agents. *Nat. Mater.*, 2006, vol. 5, pp. 971—976. DOI: 10.1038/nmat1775
54. Yong Yang, Cailing Xu, Yongxin Xia, Tao Wang, Fashen Li. Synthesis and microwave absorption properties of FeCo nanoplates. *J. Alloys Compd.*, 2010, vol. 493, no. 1-2, pp. 549—552. DOI: 10.1016/j.jallcom.2009.12.153

55. Yang Y., Xu C. L., Xia Y. X., Wang T., Li F. S. Synthesis and microwave absorption properties of FeCo nanoplates. *J. Alloys Compd.*, 2010, vol. 493, no. 1–2, pp. 549–552. DOI: 10.1016/j.jallcom.2009.12.153
56. Chen Wang, Ruitao Lv, Feiyu Kang, Jialin Gu, Xuchun Gui, Dehai Wu. Synthesis and application of iron-filled carbon nanotubes coated with FeCo alloy nanoparticles. *J. Magn. Magn. Mater.*, 2009, vol. 321, no. 13, pp. 1924–1927. DOI: 10.1016/j.jmmm.2008.12.013
57. Mercier D., Lévy J.-C. S., Viau G., Fiévet-Vincent F., Fiévet F., Toneguzzo P., Acher O. Magnetic resonance in spherical Co Ni and FeCoNi particles. *Phys. Rev. B*, 2000, vol. 62, no. 1, pp. 532–544. DOI: 10.1103/PhysRevB.62.532
58. Lv R., Kang F., Gu J., Gui X., Wei J., Wang K., Wu D. Carbon nanotubes filled with ferromagnetic alloy nanowires: Lightweight and wide-band microwave absorber. *Appl. Phys. Lett.*, 2008, vol. 93, no. 22, pp. 223105. DOI: 10.1063/1.3042099
59. Liu X. G., Geng D. Y., Meng H., Lil B., Zhang Q., Kang D. J., Zhang Z. D. Electromagnetic-wave-absorption properties of wire-like structures self-assembled by FeCo nanocapsules. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 2008, vol. 41, no. 17, pp. 175001. DOI: 10.1088/0022-3727/41/17/175001
60. Snyder R. L., Nguyen V. Q., Ramanujan R. V. Design parameters for magneto-elastic soft actuators. *Smart Mater. Struct.*, 2010, vol. 19, no. 5, pp. 055017. DOI: 10.1088/0964-1726/19/5/055017
61. Da Jeong Kim, Mou Pal, Won Seok Seo. Confined growth of highly uniform and single bcc-phased FeCo/graphitic-shell nanocrystals in SBA-15. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2013, vol. 180, pp. 32–39. DOI: 10.1016/j.micromeso.2013.06.006
62. Xu M. H., Zhong W., Wang Z. H., Chaktong Au, Du Y. W. Highly stable FeCo/carbon composites: Magnetic properties and microwave response. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 2013, vol. 52, pp. 14–20. DOI: 10.1016/j.physe.2013.03.032
63. Chen Wang, Ruitao Lv, Zhenghong Huang, Feiyu Kang, Jialin Gu. Synthesis and microwave absorbing properties of FeCo alloy particles/graphite nanoflake composites. *J. Alloys Compd.*, 2011, vol. 509, no. 2, pp. 494–498. DOI: 10.1016/j.jallcom.2010.09.078
64. Kozitov L. V., Kostikova A. V., Kozlov V. V., Bulatov M. F. The FeNi₃/C nanocomposite formation from the composite of Fe and Ni salts and polyacrylonitrile under IR-heating. *J. Nanoelectronics and Optoelectronics*, 2012, vol. 7, no. 4, pp. 419–422. DOI: 10.1166/jno.2012.1322
65. Zemtsov L. M., Karpacheva G. P., Efimov M. N., Muratov D. G., Bagdasarova K. A. Carbon nanostructures based on IR-pyrolyzed polyacrylonitrile. *Polym. Sci. Ser. A*, 2006, vol. 48, no. 6, pp. 633–637. DOI: 10.1134/S0965545X06060125
66. Karpacheva G. P., Bagdasarova K. A., Bondarenko G. N., Zemtsov L. M., Muratov D. G., Perov N. S. Co-carbon nanocomposites based on IR-pyrolyzed polyacrylonitrile. *Polym. Sci. Ser. A*, 2009, vol. 51, N 11–12, pp. 1297–1302. DOI: 10.1134/S0965545X09110157
67. Dzidziguri L. E., Zemtsov L. M., Karpacheva G. P., Muratov D. G., Sidorova E. N. Preparation and structure of metal-carbon nanocomposites Cu–C. *Nanotechnol. Russia*, 2010, vol. 5, no. 9–10, pp. 665–668. DOI: 10.1134/S1995078010090119
68. Efimov M. N., Dzidziguri E. L., Sidorova E. N., Zemtsov L. M., Karpacheva G. P. Phase formation in nanocomposites of the C–Pd–Fe system. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 2011, vol. 85, no. 4, pp. 660–662. DOI: 10.1134/S0036024411040091
69. Dzidziguri E. L., Muratov D. G., Zemtsov L. M., Karpacheva G. P., Sidorova E. N. Formation of bimetal nanoparticles in the structure of C–Cu–Zn metal-carbon nanocomposite. *Nanotechnol. Russia*, 2012, vol. 7, no. 1–2, pp. 62–66. DOI: 10.1134/S1995078012010041
70. Muratov D. G., Kozitov L. V., Popkova A. V. Polyacrylonitrile-based FeCo/C nanocomposites: Preparation and magnetic properties. *Russ. J. Inorg. Chem.*, 2016, vol. 61, no. 10, pp. 1312–1320. DOI: 10.1134/S0036023616100168
71. Kozitov L. V., Bulatov M. F., Muratov D. G., Kuzmenko A. P., Popkova A. V. The formation of nanocomposites FeCo/C of different phase composition on based on polyacrylonitrile. *J. Nanoelectronics and Optoelectronics*, 2014, vol. 9, no. 6, pp. 823–827. DOI: 10.1166/jno.2014.1681
72. Bulatov M. F., Kozitov L. V., Muratov D. G., Karpacheva G. P., Popkova A. V. The magnetic properties of nanocomposites FeCo/C based on polyacrylonitrile. *J. Nanoelectronics and Optoelectronics*, 2015, vol. 9, no. 6, pp. 828–833. DOI: 10.1166/jno.2014.1682

The work was performed in the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of NUST «MISiS» No. 11.8411.2017/8.9 and the Grant of the President of the Russian Federation MK-2483.2019.3.

* * *