

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВНЕДРЕНИЯ НА РЫНОК
НАНОТЕХНОЛОГИЧНОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

магистранта 2 курса 207 группы
направления 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»
профиль «Менеджмент высокотехнологичного инновационного
производства и бизнеса»
факультета нано- и биомедицинских технологий

Ломовцевой Ксении Сергеевны

Научный руководитель
доцент, к.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Д.В. Терин

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2019

Введение. В настоящее время ведутся интенсивные исследования по совершенствованию полупроводниковых приборов и применению в них новых полупроводниковых материалов. Одним из таких материалов является пористый кремний (ПК) – материал, получаемый в результате анодного травления монокристаллического кремния в растворе плавиковой кислоты, представляющий собой массив кристаллитов с поперечным сечением от единиц до десятков нанометров и обладающий уникальными электронными и оптическими свойствами, которые отсутствуют в объемном кремнии.

Пористый кремний является перспективным материалом в микро-, нано- и оптоэлектронике. Так например, для кремниевой солнечной энергетики благодаря малому значению коэффициента отражения. Кроме того, для увеличения эффективности солнечных элементов могут быть использованы эффекты фотолюминесценции в пористом кремнии, модуляции ширины запрещенной зоны в широком диапазоне энергий и т.д. Некоторые из этих эффектов предсказывались теоретически, однако строгого экспериментального подтверждения не получили [1]. Его свойства на протяжении последнего десятилетия активно исследуются более чем в 40 странах мира, а объем научных публикаций достигает более 500 статей в год. На крупных международных конференциях обсуждаются и уникальные свойства этого материала, и возможности его применения в приборах различного назначения.

Повышенный интерес исследователей к развитию процессов формирования пористых слоев и мембран на основе кремния связан с перспективами использования пористого кремния (por-Si) в создании высокотехнологичной продукции: разнообразных устройствах фотоэлектрических преобразователей, микротопливных элементов, литиевых батарей и др.

Целью магистерской работы является исследование возможностей внедрения на рынок нанотехнологичного инновационного продукта, на примере устройства для контролируемого *in situ* получения пористых оксидов

полупроводников, посредством процедуры защиты интеллектуальной собственности.

В ходе выполнения магистерской работы будут решены следующие задачи:

- проведен анализ российского рынка нанотехнологий с целью выяснения факторов (политических, социальных, экономических и др.), влияющих на эффективность выхода и внедрения на рынок нанотехнологичного продукта;

- исследование существующих областей применения пористого кремния и анализ конкурентных материалов;

- проведен патентный поиск и создана классификация устройств для получения пористого материалов;

- разработана полезная модель на устройство модификации пористого кремния в процессе получения;

- проведена стоимостная оценка полезной модели на устройство модификации пористого кремния в процессе получения.

Дипломная работа занимает 83 страницы, имеет 14 рисунков и 11 таблиц.

Обзор составлен по 77 информационным источникам.

Структура работы состоит из введения, четырех разделов, заключения и списка использованных источников.

Во введение рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Основное содержание работы

В первом разделе «Пористый кремний: свойства, ретроспектива исследований, методы получения и применение» рассказывается об основных свойствах и методах получения пористого кремния, которые были открыты во время проведения исследований. Показана ретроспектива исследований и методов получения [2-4]. А также представлена эволюция компьютерных технологий с использованием кремния, начиная с первых ЭВМ, персональных компьютеров/ноутбуков и до современной эры мобильного интернета, и трехмерная модель параметризации 8 технологий с точки зрения стоимости,

размеров, время переключения и энергии: квантовые вычислительные устройства, оптические (фотонные) вычислительные устройства, нейроморфные вычислительные устройства, PSFQ технологии, пластиковые транзисторы, молекулярные технологии, наноэлектромеханические системы (НЭМС) и КМДП (или КМОП) транзисторы [5].

Во втором разделе «Анализ российской наноиндустрии» представлен обзор ситуации на рынке нанотехнологий в России. В качестве инструментов для проведения анализа наноиндустрии РФ были выбраны PEST- и SWOT-анализы.

PEST-анализ – это стратегический инструмент, классифицирующий влияние факторов среды, окружающей бизнес, по следующим категориям – политика, экономика, социальные и технологические аспекты, первые буквы английских терминов формируют аббревиатуру названия метода.

Весь процесс проведения PEST-анализа можно условно разбить на следующие этапы:

1. Определение факторов, которые могут оказать влияние на продажи и прибыль компании.
2. Сбор информации по динамике и характеру изменения каждого фактора.
3. Анализ значимости и степени влияния каждого фактора.
4. Составление сводной таблицы PEST-анализа [6].

После проведения PEST-анализа были сделаны следующие выводы:

- *Политические факторы:*

Развитие наноиндустрии в РФ в значительной мере сегодня зависит от государственных ресурсов, выделяемых в рамках Федеральной Целевой Программы. Госуправление наноиндустрией реализуют Правительство РФ, а также Минобразования, Минэкономразвития, Минздравсоцразвития и ряд других федеральных органов. При этом актуальной остается задача роста негосударственного сектора в области инвестиций в наноиндустрию.

- *Экономические факторы:*

По данным аналитиков Dow Jones Venture Source и Wall Street Journal, ещё 10 лет назад суммарная доля России на мировом рынке венчурных инвестиций составляла 0,3%. Теперь же она поднялась до 8,5%. Это говорит о заинтересованности бизнесменов современными технологиями (нанотехнологиями).

- *Социально-культурные факторы:*

В российских вузах сегодня появились специальности, связанные с nanoисследованиями. Это стало способствовать преодолению дефицита научных кадров в данной отрасли. К примеру, Московский энергетический университет один из первых открыл на своей кафедре низких температур Института тепловой и атомной энергетики специальность «Наноматериалы». В 2010 году состоялся первый выпуск специалистов в области нанотехнологий.

- *Технологические факторы:*

В последние годы нанотехнологическая отрасль в России активно развивается, почти каждый месяц открывается новое предприятие, выпускающее продукцию с использованием нанотехнологий. С 2010 по 2016 год при участии «Роснано» в России было создано 27 нанотехнологических производств. В тоже время существует фактор, который негативно влияет на развитие рынка нанотехнологий в России.

Далее был проведен SWOT-анализ, суть которого заключается в анализе внутренних и внешних факторов компании, оценке рисков и конкурентоспособности товара в отрасли.

На основе проведенного SWOT-анализа российской nanoиндустрии были даны следующие рекомендации по развитию отечественного рынка nanoпродуктов. Стратегия развития должна включать:

- развитие НИОКР, создание условий для растущего производства nanoпродукции в отраслях электроники, обрабатывающих, энергетики, здравоохранения;

- создание условий интеграции в мировые инновационные и производственные нанотехнологические цепи.

- продвижение отечественных нанопродуктов и разработка рекомендаций по его реализации.

Также был проведен анализ конкурентоспособности пористого кремния как инновационного материала, в качестве конкурентов были выбраны пористый оксид алюминия и пористый диоксид титана.

Для выявления перспективных направлений работ в области нанотехнологий и наноматериалов был проведен анализ реестра российских компаний и предприятий [7, 8], сотрудничающих с РОСНАНО и занимающихся нанотехнологиями и производством наноматериалов. Было выбрано 7 перспективных областей применения пористого кремния:

1. наномембраны, нанофильтры, катализаторы, нанодатчики и наносенсоры, включая био- и химические датчики для систем очистки жидких и газовых сред;

2. наноматериалы оптоэлектроники, включая светодиоды, солнечные и фотоэлектрические преобразователи;

3. лекарственные нанопрепараты;

4. наноматериалы и наноустройства для вооружения и военной техники;

5. наноматериалы для преобразования и хранения энергии (топливные элементы, накопители водорода);

6. изделия наноэлектромеханики, биоактивные материалы и «умные» имплантанты, высокоразрешающие средства медицинской диагностики, включая молекулярную радиологию;

7. принципиально новые приборы и системы биоорганического типа на основе гибридной технологии органика-неорганика.

В третьем разделе «Патентный поиск», объектом которого было выбрано «получение пористого кремния», в том числе способы и устройства для получения. Ретроспектива поиска составила 25 лет. Поиск патентной информации проводился по данным патентной базы Федерального института промышленной собственности (ФИПС) [9].

В результате было найдено 65 охранных документов. Большинство указанных патентов в области пористого кремния являются патентами на способ получения самого пористого кремния или структур на его поверхности и демонстрируют достижения технического прогресса, но есть также небольшое количество патентов, связанных с изучением пористого кремния, а именно определением толщины и степени пористости слоев.

Полученные данные были упорядочены в хронологическом порядке и представлены в таблице 1. Данная таблица отражает интенсивность патентования в области получения пористого кремния в России.

Таблица 1 – Динамический ряд патентования

Год	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Количество патентов	1	2	0	0	2	2	4	4	0	2	1	0	1
Рост общего количества патентов во времени	1	3	3	3	5	7	11	15	15	17	18	18	19
Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Количество патентов	0	0	2	1	1	3	2	1	3	11	4	10	8
Рост общего количества патентов во времени	19	19	21	22	23	26	28	29	32	43	47	57	65

На основе имеющихся данных из таблицы 1 были построены гистограмма, отражающая тенденции патентования (рисунок 1), а также кумулятивная кривая (рисунок 2).

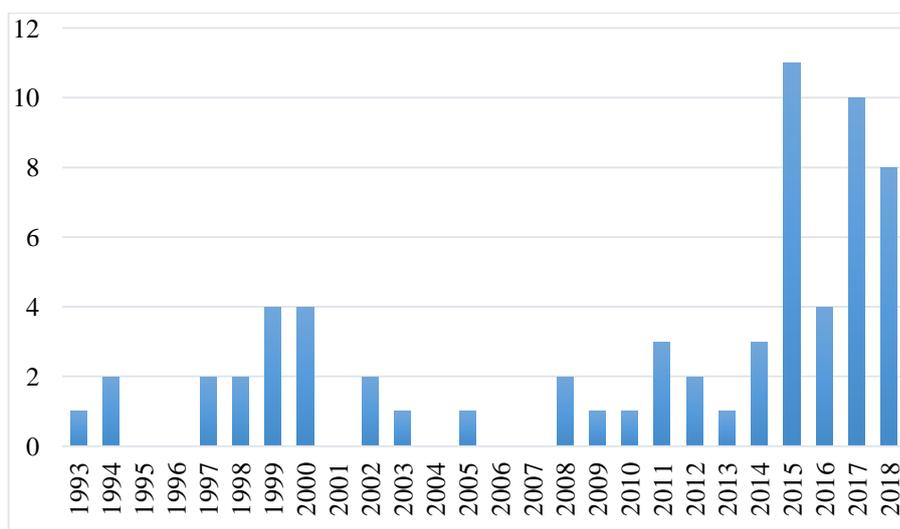


Рисунок 1 – Гистограмма тенденции патентования

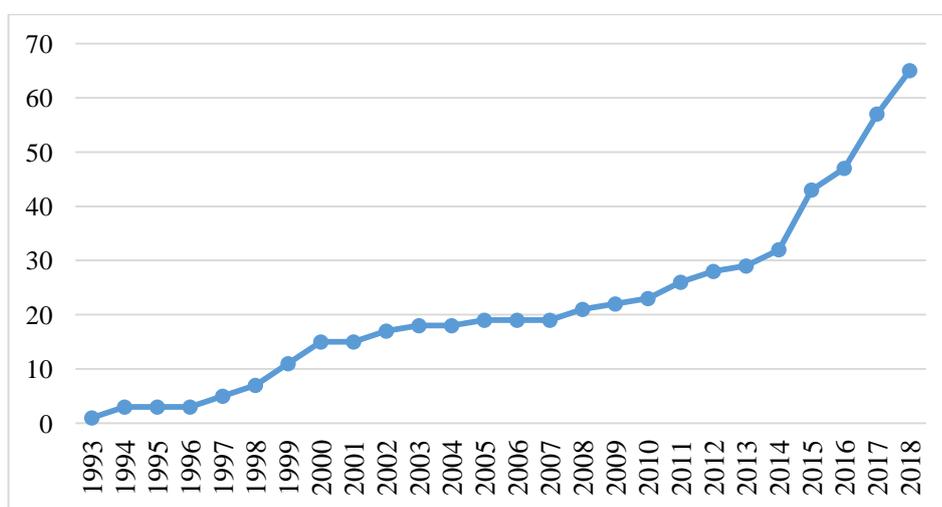


Рисунок 2 – Кумулятивная кривая интенсивности патентования

Из этих данных следует, что с 1993 по 2014 год наблюдается медленный рост числа выданных патентов в области пористого кремния. Резкое увеличение количества патентов началось в 2015 году, главным образом вследствие (исследования в области получения нанопористых полупроводников и оксидов). В 2016 году данный рост уменьшился, что говорит об трудоемком приеме заявок после большого скачка. Но далее снова заметна тенденция продолжающегося роста числа выдаваемых патентов. После проведения патентного поиска наиболее подходящие объекты были классифицированы по таким особенностям, как статус, схема установки, возможность регулирования температуры, материал и расположения катода и

анода, возможности проведения *in situ* исследований, состав используемого электролита и др. На основе полученной классификации наиболее адаптированными прототипами были выбраны:

1. Электрохимическая ячейка для получения пористых анодных оксидов металлов и полупроводников (Патент RU № 122385, 27.11.2012), т.к. она позволяет осуществлять контролируемое получение образцов в процессе электрохимического анодирования с помощью датчика температуры и устройства регулирования температуры, за счет подачи на него силы тока определенной величины, а также схожей формы ячейки.

2. Электрохимическая ячейка для получения пористых анодных оксидов металлов и полупроводников в *in situ* экспериментах по малоугловому рассеянию излучения (Патент RU № 2425181, 27.07.2011), т.к. она позволяет отработать технологию получения пористых анодных оксидов металлов и полупроводников с требуемой структурой и дальнейшее их исследование с помощью малоуглового рассеяния различных видов излучения в режиме реального времени, а также в качестве катода используется платиновая проволока, форма электрохимической ячейки – цилиндрическая.

В качестве инструмента правовой охраны нанотехнологичного инновационного продукта был выбран патент на полезную модель, т. к. оформление объекта ИС происходит в достаточно короткие сроки (в течение 6 месяцев), а решение не подвергается проверке на патентоспособность, т. е. в качестве полезной модели можно зарегистрировать достаточно очевидное решение для специалиста соответствующей области, но нигде ранее не описанное и широко не применяемое. Описание предлагаемой полезной модели также приведено в главе 3.

В четвертом разделе «Стоимостная оценка полезной модели» рассматриваются подходы и методы стоимостной оценки интеллектуальной собственности, а также проводится стоимостная оценка устройства для контролируемого *in situ* получения пористых оксидов полупроводников [10-12].

Методы можно классифицировать с точки зрения подхода, положенного в его основу (рисунок 3).

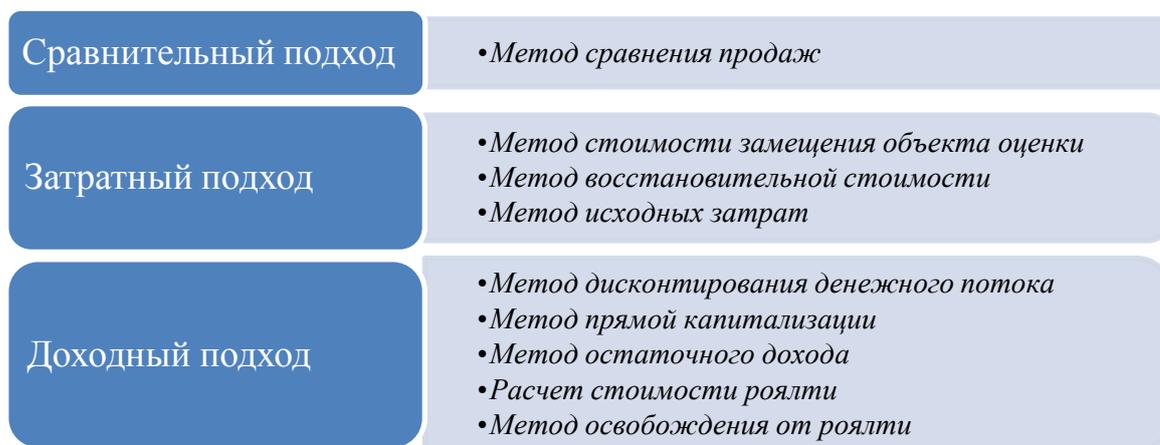


Рисунок 3 – Классификация методов стоимостной оценки

В качестве метода расчета был выбран метод освобождения от роялти с дисконтированием прибыли.

В основу расчета берутся предполагаемые лицензионные платежи в виде роялти – регулярных выплат, рассчитываемых в виде процентов от выручки, получаемой в результате реализации лицензионной продукции. Размер роялти определяется по специальным таблицам стандартных отраслевых роялти [13] или проводится расчет.

Преимуществами метода является:

- возможность его применения как при оценке уже используемых нематериальных активов (прав на ОИС), так и при оценке прав на ОИС, которые только предполагается использовать;
- относительная простота применения;
- возможность использования стандартных отраслевых ставок рояли [14].

Произведем расчет стоимостной оценки полезной модели на устройство для контролируемого получения пористых оксидов полупроводников *in situ*. Учитывая невозможность сразу достичь максимального объема выпуска, предполагается рост выпуска установок в течение первых 4-х лет. После этого производство предполагается стабильным до конца срока действия патента.

Результаты расчетов приведены в таблице 2. Расчет сделан для трех разных ставок дисконтирования 50 %, 30 % и 20 %.

Таблица 2 – Расчет стоимости патента на полезную модель методом освобождения от роялти

Расчет стоимости патента на полезную модель методом освобождения от роялти									
(модификация с дисконтированием потоков прибыли до налогообложения)									
Объект правовой охраны					Полезная модель на устройство для контролируемого получения пористых оксидов полупроводников in situ				
Изделие					Установка для получения пористого кремния				
Планируемая цена изделия					141900	рублей за шт.			
Максимальный объем продаж					100	изделий в год			
Планируемые объемы выпуска (по годам)									
1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
10	50	90	95	100	100	100	100	100	100
Ставка роялти					5%	от цены изделия			
Планируемые поступления прибыли (в рублях)									
70950	354750	638550	674025	709500	709500	709500	709500	709500	709500
Ставка дисконтирования					50%				
Коэффициенты дисконтирования (по годам)									
1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
0,666667	0,444444	0,296296	0,197531	0,131687	0,087791	0,058528	0,039018	0,026012	0,017342
Дисконтируемые потоки прибыли									
47300,02	157666,51	189199,81	133140,83	93431,93	62287,71	41525,62	27683,27	18455,51	12304,15
Приведенная стоимость потока за 5 лет					620739,10	рублей			
Приведенная стоимость потока за 6-10 лет					162256,26	рублей			
Рыночная стоимость патента					782995,37	рублей			
Ставка дисконтирования					0,3				
Коэффициенты дисконтирования (по годам)									
1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
0,769231	0,591716	0,455166	0,350128	0,269329	0,207176	0,159366	0,122589	0,094300	0,072538
Дисконтируемые потоки прибыли									
54576,92	209911,24	290646,34	235994,89	191088,98	146991,52	113070,40	86977,23	66905,56	51465,82
Приведенная стоимость потока за 5 лет					982218,37	рублей			
Приведенная стоимость потока за 6-10 лет					465410,54	рублей			

Продолжение таблицы 2

Рыночная стоимость патента					1447628,90	рублей				
Ставка дисконтирования					20%					
Коэффициенты дисконтирования (по годам)										
1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	
0,833333	0,694444	0,578704	0,482253	0,401878	0,334898	0,279082	0,232568	0,193807	0,161506	
Дисконтируемые потоки прибыли										
59124,98	246354,01	369531,44	325050,58	285132,44	237610,13	198008,68	165007,00	137506,07	114588,51	
Приведенная стоимость потока за 5 лет					1285193,44	рублей				
Приведенная стоимость потока за 6-10 лет					852720,38	рублей				
Рыночная стоимость патента					2137913,82	рублей				

По итогу проведенных расчетов рыночная стоимость патента на устройство составила: при ставке дисконта 50 % – 782995 рублей, при ставке дисконта 30 % – 1447629 рублей, при ставке дисконта 20 % – 2137914 рублей. При этом наиболее корректным в данном случае следует признать выбор ставки дисконта 50%, так как производство еще не начато и, следовательно, риск очень велик (рисунок 4). Расчеты со ставками дисконтирования 30% и 20% приведены для сравнения.

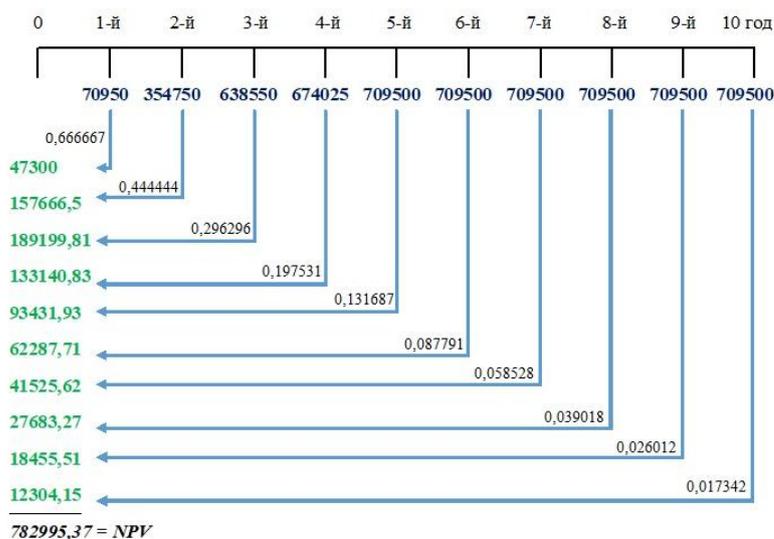


Рисунок 4 – Приведенная стоимость потоков прибыли за период действия патента

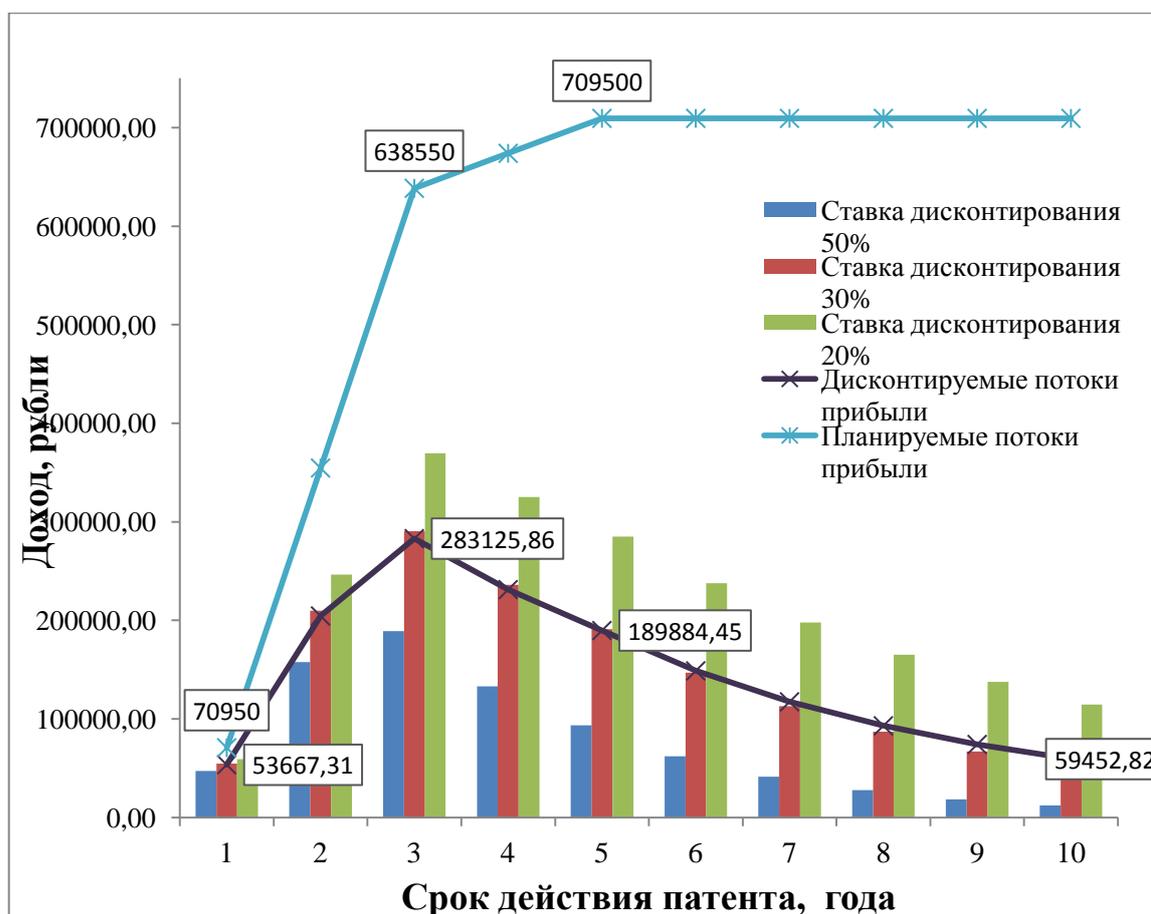


Рисунок 5 – Сравнение дисконтируемых потоков прибыли при различных ставках дисконтирования

На графике, представленном на рисунке 5, наблюдается два четко выраженных сценария, при которых можно спрогнозировать будущие потоки прибыли от продажи патента/выдачи лицензий.

Сценарий 1: В первые три года предполагаемый рост дохода обнаруживает экспрессивное увеличение выручки от внедрения на рынок предлагаемого инновационного продукта. Далее будет наблюдаться кумулятивный эффект насыщения рынка, который позволит при модели бизнеса B2B в дальнейшем прогнозировать стабильную доходность на уровне 690-710 тыс. рублей.

Сценарий 2: Видно, что наиболее существенными являются первые пять лет, в которых также можно проследить этапы прироста выручки, насыщения рынка и стабилизации прибыли, при этом стадия стабилизации с учетом ставок

дисконтирования имеет более реалистичный характер. Прибыль на данном этапе составить около 60 тыс. рублей.

Заключение. В ходе выполнения магистерской работы была проведена следующая группа исследований: анализ конкурентных материалов и исследование способов модификации пористого кремния; патентный поиск и создана классификация устройств для получения пористого кремния; разработана полезная модель на устройство модификации пористого кремния в процессе получения; оценка стоимости полезной модели на устройство модификации пористого кремния в процессе получения.

В качестве инструментов для проведения анализа nanoиндустрии РФ были выбраны PEST- и SWOT-анализы. На основании проведенных исследований с использованием эффективных методов стратегического менеджмента и оценки ключевых рыночных тенденций отрасли были сделаны следующие выводы:

1. к положительным факторам, влияющим на развитие рынка нанотехнологий, можно отнести:

- открытие новых предприятий, выпускающих продукцию с использованием нанотехнологий;

- появление в российских вузах специальностей, связанных с nanoисследованиями;

- утверждение Правительством РФ программ в области развития nanoиндустрии РФ (Стратегия развития nanoиндустрии (2007), Программа развития nanoиндустрии в РФ до 2015 (2008), Стратегия инновационного развития в РФ до 2020 (2011)).

2. к негативным факторам, влияющим на развитие рынка нанотехнологий, можно отнести:

- длительность периода вывода продукции на рынок (не менее двух лет);

- высокие технологические риски для экономических субъектов при неочевидной выгоде ;

- высокая стоимость разработки и внедрения нанотехнологий ;

- уникальность необходимого оборудования (наличие санкционных комплектующих и т.п.) ;

- междисциплинарность исследований и многоаспектность прикладного применения создаваемых нанотехнологий.

На основе анализа деятельности российских компаний, сотрудничающих с РОСНАНО, было выбрано 7 перспективных областей применения пористого кремния.

Проведенный патентный поиск по данным патентной базы ФИПС (Роспатент) с ретроспективой в 25 лет позволил классифицировать семь устройств-прототипов для получения пористых материалов (в том числе пористого кремния), на основе, которой были выбраны «образцы-прототипы» – Патент RU № 122385, 27.11.2012 и Патент RU № 2425181, 27.07.2011.

Результатом магистерского исследования стала «заявка на полезную модель – устройства для контролируемого *in situ* получения пористых оксидов полупроводников». Была проведена стоимостная оценка устройства-прототипа методом освобождения от роялти. При этом смоделированная рыночная стоимость патента на устройство составила: при ставке дисконта 50 % – 782 995 рубль, при ставке дисконта 30 % – 1 447 630 рублей, при ставке дисконта 20 % – 2 137 914 рублей. При этом наиболее корректным в данном случае следует признать выбор ставки дисконта 50%, так как производство еще не начато и, следовательно, риск велик.

Список использованных источников

1 TheiB, W. Optical properties of porous silicon / W. TheiB // Surface Science Reports. - 1997. - № 29. - P. 92-192.

2 Трегулов, В. В. Пористый кремний: технология, свойства, применение / В. В. Трегулов. Рязань: Изд-во ряз. гос. ун-т, 2011. 124 с.

3 Балагуров, Л. А. Пористый кремний. Получение, свойства, возможные применения / Л. А. Балагуров // Материаловедение. 1998. № 1. С. 50-56.

4 Бибик, Е. А. Исследование пористого кремния методом акустической микроскопии / Е. А. Бибик, Э. Ю. Бучин, С. П. Зимин // Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики. 2000. № 2. С. 37-40.

5 Process Integration, Devices, and Structures (PIDS) [Электронный ресурс] // Semiconductor Industry Association [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: https://www.semiconductors.org/main/2001_international_technology_road_map_for_semiconductors_itr/ (дата обращения: 20.04.2018). - Загл. с экрана. - Яз. англ.

6 PEST-анализ: алгоритм проведения [Электронный ресурс] // Финансовый директор [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <https://fd.ru/articles/158338-kak-provesti-pest-analiz-qqq-16-m12> (дата обращения: 24.04.2018). - Загл. с экрана. - Яз. рус.

7 Наноиндустрия. Каталог предприятий [Электронный ресурс] // РОСНАНО [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <http://www.rusnano.com/infrastructure/catalogue> (дата обращения: 10.05.2018). - Загл. с экрана. - Яз. рус.

8 Прочие инфраструктурные проекты [Электронный ресурс] // РОСНАНО [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/5021/> (дата обращения: 10.05.2018). - Загл. с экрана. - Яз. рус.

9 Поиск [Электронный ресурс] // Федеральный институт промышленной собственности [Электронный ресурс] : [сайт]. - URL: <http://new.fips.ru/elektronnye-servisy/> (дата обращения: 27.02.2019). - Загл. с экрана. - Яз. рус.

10 Бромберг, Г. В. Основы патентного дела: учебное пособие / Г. В. Бромберг. – М. : Экзамен, 2002. - 93 с.

11 Андреев, Г. И. Практикум по оценке интеллектуальной собственности: учебное пособие / Г. И. Андреев, В. В. Витчинка, С. А. Смирнов. – М. : Финансы и статистика, 2002. - 40 с.

12 Шипова, Е. В. Оценка интеллектуальной собственности: учебное пособие / Е. В. Шипова. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2003. - 122 с.

13 Грязнова, А. Г. Оценка бизнеса / А. Г. Грязнова, М. А. Федотова, С. А. Ленская. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2009. - 736 с.

14 Брейли, Р. Принципы корпоративных финансов / Р. Брейли, С. Саймер. – М. : Олимп-бизнес», 2008. - 1008 с.