# 5 Сетевые методы планирования НИР по исследованию режимов возбуждения комбинированного разряда для плазменной обработки материалов.

В качестве технико-экономического обоснования научно-исследовательской работы, посвященной исследованию режимов возбуждения комбинированного разряда, будет выступать расчет сметной калькуляции и цены, проведенной НИР, а также оценка качественного уровня научно-технического результата.

Научно-исследовательская работа заключается в исследовании режимов возбуждения комбинированного разряда и описании их влияния на плазмохимические процессы обработки материалов.

К настоящему времени на базе СВЧ техники разработано значительное количество разновидностей устройств, позволяющих на их основе реализовать большинство технологических процессов производства интегральных схем, а именно: плазменную очистку и активирование поверхности подложек; эпитаксию; окисление, литографические процессы, включающие сушку, задубливание, экспонирование и удаление фоторезистивных слоев; все виды вакуумно-плазменного травления; осаждение тонких пленок, включающее плазмо-химическое осаждение и катодное распыление; легирование (ионную имплантацию); термический отжиг полупроводниковых пластин; модификацию поверхности.

При этом основную роль в реализации вышеназванных процессов играет СВЧ плазменная технология, так как плазма СВЧ разряда является эффективным механизмом передачи мощности электромагнитного поля в газ и представляет собой чистый атомарный источник , в котором, как правило, отсутствуют металлические электроды, являющиеся источником загрязнения.

В данной работе комбинированный разряд формируется путем наложения на НЧ разряд СВЧ поля.

Исследования в этой области могут открыть новые возможности в области плазмохимической обработки материалов.

Результаты НИР имеют ярко выраженную практическую направленность. Проведенные исследования в области дополнительного электрического стимулирования процессов как на поверхности пластины, так и в приповерхностном плазменном слое. Такое воздействие ускоряет протекание плазменных процессов, позволяет эффективно управлять качественным составом и энергетическими характеристиками плазмы вблизи поверхности подложки, способствует достижению более равномерного распределения характеристик плазмы в зоне формирования разряда или обработки подложек, повышает качество процесса за счет введения дополнительного, легко автоматизируемого канала управления процессом обработки. Для этих целей широко применяются различные виды радиационного излучения (ионного, электронного, рентгеновского, фотонного), характеризующиеся специфическими механизмами их воздействия на обрабатываемый материал и процессы в объеме газового разряда.

## 5.1 Расчет сметной калькуляции и цены, проведенной НИР

Результат выполнения дипломного проектирования научно-исследовательского характера относится к научно-технической продукции. В условиях рыночных отношений научно-техническая продукция также является товаром. Поэтому узловым вопросом технико-экономического обоснования выступает определение цены основного результата дипломного проекта.

Любой научный труд, включая дипломное проектирование научно-исследовательского характера, по сравнению с материальным производством имеет специфические особенности. Научный труд содержит в себе интеллект и специфику творческого движения. Поэтому он не может быть подведен под общее понятие абстрактного труда. Аналогично и время научного труда не может служить мерой затрат и соответственно мерой полученного результата.

Следовательно, прямое использование сметной стоимости (себестоимости) выполнения работ по теме для определения цены на научно-техническую продукцию может привести к существенным ошибкам.

Расчет цены основного результата дипломного проекта осуществляется в следующей последовательности:

1) Определяем материальные затраты на выполнение работ по теме, включая стоимость покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов на изготовление макетов и опытных образцов.

Расчет осуществляется по формуле:

Рм = Ктр(Нpi Цi – Oвi Цвi) (27)

где: Ктр — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (Ктр= 1,10); Нpi — норма расхода i-го вида материалов на макет или опытный образец (кг, м, и т.д.); Цi — действующая отпускная цена за единицу i-го вида материала, р.; Овi — возвратные отходы i-го вида материала (кг, м, и т.д.); Цвi — цена за единицу возвращенных отходов i-го вида материала, р.; n — количество применяемых видов материалов.

Расчет затрат на материалы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия, необходимые для выполнения темы, приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Расчет затрат на материалы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий | Единица  измерения | Коли-чество | Цена приобрете-ния, руб | Сумма, руб. |
| 1 | Тетрафторид углерода CF4 | кг | 1 | 160 | 160 |
| 2 | Гексафторид серы SF6 | кг | 1 | 40 | 40 |
| 3 | Полупроводниковая пластина | шт | 10 | 11 | 110 |
| 4 | Бумага для печати | шт | 500 | 0,011 | 5,46 |
|  | Всего расходов | - | - | - | 315,46 |
|  | Транспортно-заготовительные расходы 10% | - | - | - | 31 |
| ИТОГО | | - | - | - | 347,01 |

184 300

2) Рассчитываем затраты на все виды энергии и топлива, расходуемые в процессе научно-экспериментальных и технических работ (таблица 10).

Таблица 10 – Расчет затрат на топливно-энергетические ресурсы для научно-экспериментальных целей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование оборудования, используемого для научно-экспериментальных и технологических целей | Установоч-ная мощность, кВт | Время использо-вания, ч | Тариф за 1 кВт/ч | Сумма затрат, р. |
| 1 | Вакуумная установка | 3,0 | 24 | 0,19 | 4,56 |
| 2 | Спектральный комплекс | 0,2 | 15 | 0,19 | 2,85 |
| 3 | ПЭВМ | 0,4 | 15 | 0,19 | 2,85 |
| Всего затрат | |  |  |  | 10,26 |

3) Определяем основную заработную плату научно-технического персонала, непосредственно занятого выполнением работ по теме.

Величина затрат исчисляется исходя из численности различных категорий исполнителей и трудоемкости выполнения отдельных видов работ, тарифных ставок за один день или месячных должностных окладов, премиальных систем оплаты труда исполнителей по формуле:

, (28)

где Тсi — тарифная ставка за день (месячный оклад) i-й категории работников; Чi — количество работников i-й категории; tфi — время фактической работы работника i-й категории по теме, дн. или мес.; Кnp — коэффициент премий по премиальным системам, Кnp = 1,30.

В настоящее время ставка первого разряда равна 31 руб. Примем минимальную величину заработной платы в размере четырех ставок первого разряда. Заработная плата исполнителей в соответствии с их тарифными коэффициентами будет равна:

- у руководителя: 124 · 4,26 = 528,24

- у старшего научного сотрудника: 124 · 3,98 = 493,52  
- у инженера: 124 ·2,84 = 352,16  
- у техника: 124 ·2,48 = 307,52  
Расчет данных прямых расходов целесообразно представить в табличной форме (таблица 11).

Таблица 11 – Расчет затрат по статье «Основная заработная плата научно-производственного персонала»

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование категорий работников и должностей | Кол-во штатных единиц, чел. | Заработная плата за 1 день, руб. | Трудозатраты, чел./дн. | Сумма, руб. |
| 1 | Руководитель | 1 | 26,412 | 20 | 528,24 |
| 1 | Старший научный сотрудник | 1 | 22,433 | 22 | 493,52 |
| 2 | Инженер | 1 | 22,01 | 16 | 352,16 |
| 3 | Техник | 1 | 21,97 | 14 | 307,52 |
| Всего затрат | |  |  |  | 1681,44 |

4) Определяем дополнительную заработную плату исполнителей, включающую разнообразные предусмотренные трудовым законодательством выплаты, по формуле:

Рдз = Роз, (29)

где Ндз — норматив дополнительной заработной платы, Ндз = 30%  
Тогда:

Рдз = 1681,44·0,3=504,432 руб.,

5) Обязательные страховые взносы 34% (страховые вопросы по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний 0,6%)

 , (30)

где Нос — норма отчислений на социальную защиту, Нос = 34,6%.

Рос=(1681,44 + 504,432)·0,346=756,31 руб.,

6) Определяем расходы на научные командировки по формуле:

, (31)

где Нком — норматив на командировочные расходы, Нком= 10%.

Рком=1681,44 ·0,1=186,144 руб.,

7) Путем прямого счета определяем прочие прямые расходы, связанные с амортизационными отчислениями на полное восстановление основных производственных фондов, арендная плата и лизинговые платежи, компенсация за износ (амортизацию) использованного в процессе создания научно-технической продукции оборудования по договоренности и т.п.

Рпр=(РозНпр)/100 , (32)

где Нпр=20%

Рпр=1681,44 ·0,2=336,29 руб.,

8) Исчисляем косвенные (накладные) расходы по формуле:

, (33)

где Нкос — норматив косвенных расходов, Нкос = 50%.

Ркос=(1681,44·50)\100=840,72 руб.,

9) Определяем полную себестоимость научно-технической продукции как сумму всех групп затрат:

Сn=РМ+РЭЛ+РОЗ+РДЗ+РОС +РКОМ +РПР+РКОС (34)

Сn = 347,01 + 10,26 + 1681,44 + 504,43 + 756,31 + 186,14 + 336,29 + 840,72 = 4662,6 руб.,

10) По среднему уровню рентабельности в процентах от полной себестоимости определяем плановую прибыль НИР:

, (35)

где Уре = 15%.

П=4662,6·0,15= 699,39 руб.,

11) Определяем приближенную отпускную цену научно-технической продукции по формуле:

Ц=Сn+П , (36)

Ц=4662,6 + 699,39 = 5361,99 руб.,

12) По темам, выполняемым за счет внебюджетных средств (средств других предприятий, собственных средств и организаций, предпринимателей), определяем налог по формуле:

Рндс=Ц (37)

где Нндс — ставка налога (НДС), Нндс = 20%.

РНДС=5361,99·0,2=1072,398 руб.,

13) Определяем цену научно-технической продукции с учетом НДС по формуле:

 + РНДС  (38)

Цотп= 5361,99 + 1072,398 = 6434,39 руб.,

Все приведенные выше расчеты целесообразно объединить в сводную таблицу.

Таблица 12 – Расчет ориентировочной цены научно-технической продукции

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | Значение, руб | Методика расчета\* | | |
| 1 | 2 | 3 | | |
| 1. Материалы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия | 347,01 | КТР = 1,10 | | |
| 2. Топливно-энергетические ресурсы для научно-экспериментальных целей | 10,26 |  | | |
| 3. Основная заработная плата научно-производственного персонала | 1681,44 | КПР = 1,30 | | |
| 4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала | 504,43 | НДЗ = 30% | | |
| 5. Отчисления на социальную защиту | 756,31 | НОС = 34,6% | | |
| 6. Научно-производственные командировки | 186,14 | НКОМ = 10% | | |
| 7. Прочие прямые расходы | 336,29 | Рпр=(РозНпр)/100  Нпр=20% | | |
| 8. Накладные расходы | 840,72 | НКОС = 50% | |
| 9. Полная себестоимость | 4662,6 | Сn= РМ + РЭЛ + РОЗ + РДЗ + РОС + РКОМ + РПР + РКОС | |
| 10. Плановая прибыль | 699,39 | Уре = 15% |
| 11. Отпускная цена (без НДС) | 5361,99 |  |
| 12. Налог на добавленную стоимость | 1072,398 | НДС= 20% |
| 13. Отпускная цена с НДС | 6434,39 | ЦОТП = Ц + РНДС |

## 5.2 Расчет уровня (качества) научно-технического результата

Количественная оценка уровня (качества) научно-технического результата, полученного в дипломном проекте, рассчитывается по формуле:

, (39)

где Кк — комплексный показатель достигнутого уровня (качества) результата выполненных исследований; Кнзi — нормированный коэффициент значимости i-го критерия, используемого для оценки (должно выполняться условие ); Бдi — достигнутый уровень по i-му критерию; n — количество критериев (признаков) научно-технической прогрессивности и полезности результатов, полученных в дипломном проекте.

При оценке научно-технической результативности НИОКР используют различные критерии (признаки). Важнейшими из них являются новизна, значимость для науки и практики, объективность, доказательность, точность. Практически по любой теме в качестве основных целей (цели) и задач приводятся соответствующие характеристики указанных признаков.

Новизна. Основным содержанием этого признака-критерия является наличие в результатах научной деятельности новых научных знаний (новой научной информации), которые могут характеризоваться значениями в пределах от, уже известного, до абсолютной новизны. Высшая степень новизны (абсолютная новизна, принципиально новая научная информация) соответствует в фундаментальных исследованиях открытиям, подтвержденным общественным признанием в форме экспертных заключений высококвалифицированных ученых в соответствующих областях знаний, а в прикладных исследованиях — изобретениям, промышленным образцам, полезным моделям, товарным знакам и другим объектам, на которые получены патенты. Все остальные степени (уровни) новизны определяются путем соотнесения полученных значений с абсолютной новизной и выражаются с помощью конкретных систем показателей.

Значимость для науки и практики.Основными сущностными чертами этого признака-критерия являются масштабы влияния результатов научных исследований на науку, экономику, социальную сферу, экологию, которые могут характеризоваться:

– в фундаментальных исследованиях – значениями в пределах от распространения уже известных знаний и передового опыта до коренных преобразований в науке, технике, экономике, социальной и иной сфере;

– в прикладных исследованиях – от использования на отдельном предприятии до применения в масштабе всего народного хозяйства;

– в инновационной сфере — от реализации отдельных изделий или мелких партий на местном рынке до выхода на мировой рынок.

Объективность. Сущностью этого признака-критерия является степень обоснованности результата научного исследования, которая может изменяться в пределах от несоответствия до полного соответствия оценки результату. Степень объективности может выявляться посредством учета квалификации и компетентности разработчиков и экспертов и по формам признания результатов.

Доказательность.Сущностью этого признака-критерия являются характер используемой информации, способы ее получения и обработки (использование научной литературы, опыта, экспериментов, испытаний, математических методов). Степень доказательности результатов может изменяться в пределах от неопределенности до возможности воспроизведения и применения на практике. Степень доказательности результатов, как правило, определяется экспертным путем.

Точность. По признаку-критерию точности классифицируют, как правило, результаты прикладных исследований при создании действующих моделей и образцов новой техники и новых технологий, а также результаты исследований, включенных в инновационный процесс. Основным содержанием этого признака-критерия является соответствие модели (образца) стандартам (техническим условиям, техническому заданию, основным показателям бизнес-плана), которое может характеризоваться степенью несоответствия до полного соответствия.

Таким образом, признаки-критерии выражаются с помощью показателей, отражающих степени проявления (ожидаемый или достигнутый уровень) используемых признаков-критериев при оценке результатов научной деятельности. Показатели могут быть количественными (количество изобретений, патентов, лицензий и т.д.) и качественными (принципиально новая информация, соответствие мировому научно-техническому уровню и т.д.).

Таблица 13 – Оценка научно-технической результативности научно –исследовательской работы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Признак – критерий НИР | Характеристика результата | Показатель (оценка) |
| 1 | Новизна | Проведена оценка и оптимизация существующих методов | 2 |
| 2 | Значимость для науки и техники | Результат имеет важное значение для изучения высокоскоростного анодирования алюминия | 3 |
| 3 | Объективность | Результат рассмотрен и оценен руководителем дипломного проекта | 3 |
| 4 | Доказательность | Результат получен на основе использования научной литературы и экспериментальных исследований | 4 |
| 5 | Точность | Проведенные исследования соответствуют техническому заданию | 4 |

Для экспертной оценки значимости производим ранжирование учитываемых критериев по их важности в данной НИР.

Наиболее важному признаку-критерию даем оценку, равную единице, а остальным – другие оценки между 0 и 1 в порядке их относительной важности:

-новизна V1=0,6

-значимость для науки и техники V2=0,6

-объективность V3=0,7

-доказательность V4=0,7

-точность V5=1

Полученные количественные оценки значимостей учитываемых критериев нормируются так, чтобы сумма всех коэффициентов значимости по всем критериям была равна 1,0.

Для нормирования выполняются расчеты по формуле:

 (40)

Кнзі1=0,6\3,7=0,162  
Кнзі2=0,6\3,7=0,162  
Кнзі3=0,7\3,7=0,189  
Кнзі4=0,7\3.7=0,189  
Кнзі5=1,0\3.7=0,271

Теперь рассчитаем количественную оценку качественного уровня результата, полученного в дипломном проекте по формуле (39).

Кк= 0,162·2+0,162·3+0,189·3 +0,189·4+0,271·4 =3,22

Так как Кк  ≥ 3 (Кк = 3,22), то можно считать, что полученные в дипломном проекте результаты соответствуют современным требованиям к НИР.

Научно-технический уровень и конкурентоспособность научных, научно-технических и инновационных разработок оценивается экспертным путем исходя из степени их новизны и (или) наличия аналогов в странах с разным уровнем экономического развития. Интегральный показатель по конкретной разработке определяется путем суммирования баллов по соответствующим ячейкам таблицы 14.

Таблица 14 – Оценка научных, научно-технических и инновационных разработок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Научно-технический уровень результата разработки КНТ | | Конкурентоспособность результата разработки КК | | Интегральный показатель КИ |
| характеристика | балл | характеристика | балл |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Научные, научно-техни-ческие и инновационные разработки | 1. Уровень изобретения и (или) нет аналогов в мире | 35 | А. Продукция реализована в развитых странах | 35 | В интервале: минимум 35 – максимум 70 |
| Научные, научно-техни-ческие и инновационные разработки | 2. Полезная модель и (или) имеются аналоги в промышленно развитых странах | 25 | Б. Продукция реализована в странах с переходной экономикой и развивающихся странах | 25 | В интервале 25–60 |
| 3. Результаты разработки не имеют правовой охраны, включая ноу-хау и рационализаторские предложения; и (или) имеются аналоги в странах с переходной экономикой и развивающихся странах | 15 | В. Продукция реализована на внутреннем рынке Беларуси | 15 | В интервале 15–50 |
| 4. Результаты разработки представлены в виде научного отчета; объекты интеллектуальной собственности в отчете не отражены | 0 | Г. Научная продукция сдана заказчику, но не прошла этапа коммерциализации | 0 | В интервале 0–35 |

Таким образом, научно-технический уровень соответствует полезной модели (КНТ = 25 баллов). Полученная научно-техническая продукция реализована в развитых странах. Таким образом, конкурентоспособность результата КК = 35 баллов. Интегральный показатель – сумма баллов по ячейкам 3 и 5 таблицы 6 – равен 60 баллам.

КИ = КНТ + КК = 60 баллов.

Исходя из оценки результатов разработки, можно сделать вывод о высоком научно-техническом уровне, а также о высокой конкурентоспособности результатов.

## 5.3 Заключение

В данном дипломном проекте проанализированы принимаемые научно-технические решения с учетом рационального использования производственных ресурсов. Технико-экономическое обоснование дипломного проекта позволило определить затраты на проведение НИР посвященной исследованию режимов возбуждения комбинированного разряда для плазменной обработки материалов, полную себестоимость НИР и величину отпускной цены научно-технической продукции, а также провести оценку научного уровня полученного результата.

1. НИР «Исследование режимов возбуждения комбинированного разряда для плазменной обработки материалов» окупается, так как отпускная цена продукции выше себестоимости (Цотп > Сп). Полная себестоимость НИР по результатам расчетов составила 6434,39руб. Отпускная цена научно-технической продукции составила 4662,6руб.

2. Данное направление как отрасль фундаментальной науки имеет право на существование, так как комплексный показатель уровня исследований больше 3 (Кк = 3,22). Результаты исследований, полученные в данном дипломном проекте, соответствуют современным требованиям.

3. Представленная научно-техническая продукция имеет высокий показатель конкурентоспособности, о чем можно судить по интегральному показателю КИ (60 баллов из 70 максимальных).