

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Диссертационного совета по Металлургии, обогащению, материаловедению и наноматериалам при Казахском национальном техническом университете имени К.И. Сатпаева по защите диссертационной работы**

**Толубаевой Дианы Бахытовны на тему «Электрохимические и структурные свойства наноструктурированных полупроводниковых оксидов», представленной на соискание степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07101 – «Нанотехнологии в инженерии»**

Работа выполнена в Карагандинском индустриальном университете и представлена в форме диссертационной работы. Защита состоялась на русском языке.

### **Научные консультанты:**

1. Гриценко Леся Владимировна – Доктор PhD, профессор Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И.Сатпаева г. Алматы, Республика Казахстан.

2. Riad Taha Mutleq Al-Kasasbeh – Доктор PhD, профессор The University of Jordan, г.Амман, Иордания.

### **Рецензенты:**

1. Бакранова Дина Игоревна - доктор философии PhD по специальности 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии, Заместитель декана школы материаловедения и зеленых технологий Ассистент профессор (физика) школы естественных и социальных наук АО Казахстанско-Британский технический университет, имеется в наличии более 5 научных публикаций по образовательной программе 8D07101 – «Нанотехнологии в инженерии».

2. Лесбаев Бахытжан Тастанович - кандидат химических наук, главный научный сотрудник РГП на ПХВ «Институт проблем горения», имеется в наличии более 5 научных публикаций по образовательной программе 8D07101 – «Нанотехнологии в инженерии».

Основные выводы, положения и результаты, изложенные в диссертации, опубликованы в 7 научных трудах, из них 1 в базе данных Scopus и WoS; 3 публикация в журнале, рекомендованном КОКСНВО МНиВО РК; 3 публикаций в материалах международных конференций.

Защита состоялась 15 марта 2024 г., в 09-00 час. в АО «Институт металлургии и обогащения» КазННТУ имени К.И. Сатпаева.

Диссертационная работа связана с актуальной проблемой необходимости разработки низкочастотных методов синтеза наноструктурированных полупроводниковых материалов, перспективных для использования в сенсорной электронике.

Развитие и применение биосенсоров для определения уровня глюкозы в крови имеет большое значение для решения проблем, связанных с сахарным диабетом как в промышленном масштабе, так и в области охраны окружающей среды и здравоохранения. Для определения основных задач исследования, необходимо понимать, что представляет данное заболевание. Сахарный диабет – это метаболическое заболевание, сопровождающееся нарушением обмена веществ, которое связано с дефицитом инсулина в организме, и требующее постоянного контроля уровня глюкозы в крови. В настоящее время сахарный диабет не поддаётся полному излечению. Он является одной из ведущих причин смертности и инвалидности в мире, обуславливая развитие многочисленных осложнений: почечная недостаточность, ишемическая болезнь сердца, заболевания сосудов, слепота, нарушение мозгового кровообращения и другие заболевания. Таким образом, создание точных, простых в использовании, экономичных сенсоров для обнаружения глюкозы в крови является актуальной задачей. Биосенсоры стали катализатором значительного прогресса в биологии, физике, химии и междисциплинарных с ними областях. Одним из перспективных видов сенсоров являются электрохимические биосенсоры, позволяющие определять уровень глюкозы в крови.

К электрохимическим методам относятся амперометрический, вольтамперометрический, калориметрический методы. Существуют различные способы иммобилизации фермента глюкозооксидазы, такие как полимеризация, инкапсуляция, ассимиляция и др. Активно используются неферментативное и ферментативное биосенсорное определение глюкозы.

В основе высокой селективности и низкого предела обнаружения ферментного датчика лежит электрохимическое распознавание взаимодействия между ферментом и субстратом. Электрохимические биосенсоры на основе глюкозооксидазы (GOx) являются предпочтительными устройствами для определения уровня глюкозы в крови ввиду их простоты, селективности, высокой чувствительности и точности. Активность фермента подвержена влиянию различных факторов окружающей среды, таких как pH, токсичность материала и температура, что, в свою очередь, влияет на его стабильность. Кроме того, низкая эффективность иммобилизации ферментов на твёрдых электродах ограничивает возможности и практическое применение биосенсоров глюкозы. Для решения данной проблемы многие исследователи применяют наноструктурированные материалы.

Оксид цинка (ZnO) является перспективным полупроводниковым материалом, используемым для изготовления электрохимических биосенсоров глюкозы ввиду его биосовместимости и таких уникальных свойств, как низкая токсичность, высокая подвижность носителей и простота получения [79, 80]. ZnO обладает ИЭП  $\sim 9,5$ , что подходит для адсорбции ферментов с низкой ИЭП, особенно GOx (ИЭП:  $\sim 4,2-4,5$ ), за счёт электростатического притяжения [81]. Окислительно-восстановительная способность фермента всегда затруднена, когда окислительно-восстановительный центр изолирован. Следовательно, перенос электрона не происходит напрямую, если нет



окислительно-восстановительного потенциала. В этом случае применяется медиатор. Однако использование ZnO обеспечивает прямой перенос электронов без использования окислительно-восстановительного медиатора, так как электрод и фермент работают в небольшом окне потенциалов, близком к окислительно-восстановительному потенциалу самого фермента, тем самым снижая восприимчивость биосенсора к другим мешающим биомолекулам [82].

Таким образом разработка методов получения высоко эффективных полупроводниковых наноматериалов на основе оксида цинка для очистки сточных вод от вредных органических соединений и для изготовления экономичного, простого в использовании, точного, портативного и быстрого биосенсора является актуальной задачей.

Результаты голосования по вопросу о присуждении степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07101 – «Нанотехнологии в инженерии» Толубаевой Дианы Бахытовны:

«ЗА» - 19 голосов  
«ПРОТИВ» - нет  
недействительных бюллетеней нет.

Таким образом, Диссертационный Совет по Металлургии, обогащению, материаловедению и наноматериалам на основании публичной защиты диссертации и результатов тайного голосования принял решение присудить Толубаевой Диане Бахытовне степень доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07101 – «Нанотехнологии в инженерии».

## **КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ДИССЕРТАЦИИ**

**1. Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:**

① Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета

② Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы.

3 Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)

**2. Важность для науки:**

Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта

**3. Уровень самостоятельности:**

① Высокий ② Средний ③ Низкий ④ Самостоятельности нет

#### **4. Принцип внутреннего единства**

1) Актуальность обоснована/содержание диссертации отражает тему диссертации/цель и задачи соответствуют теме диссертации

2) Актуальность частично обоснована/содержание диссертации частично отражает тему диссертации/ цель и задачи частично соответствуют теме диссертации

3) Актуальность не обоснована/содержание диссертации не отражает тему диссертации/ цель и задачи не соответствуют теме диссертации

#### **5. Принцип научной новизны**

5.1 Научные результаты и положения являются новыми?

1) полностью новые;

2) частично новые (новыми являются 25-75%);

3) не новые (новыми являются менее 25%)

5.2 Выводы диссертации являются новыми?

1) полностью новые;

2) частично новые (новыми являются 25-75%);

3) не новые (новыми являются менее 25%)

5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:

1) полностью новые;

2) частично новые (новыми являются 25-75%);

3) не новые (новыми являются менее 25%)

#### **6. Обоснованность основных выводов:**

Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы

#### **7. Основные положения, выносимые на защиту**

7.1 Доказано ли положение?

1) доказано 2) скорее доказано 3) скорее не доказано 4) не доказано

7.2 Является ли новым?

1) да 2) нет

7.3 Уровень для применения?

1) узкий 2) средний 3) широкий

#### **8. Достоверность источников и предоставляемой информации**

8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:

1) да 2) нет

8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий

1) да 2) нет

**9. Принцип практической ценности**

**9.1 Диссертация имеет теоретическое значение**

- 1) да                      2) нет

**9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике**

- 1) да                      2) нет

**9.3 Предложения для практики являются новыми?**

- 1) полностью новые;  
2) частично новые (новыми являются 25-75%);  
3) не новые (новыми являются менее 25%)

**10. Качество написания и оформления**

- 1) высокое;  
2) среднее;  
3) ниже среднего;  
4) низкое.

**11. Уровень внедрения (использования) результатов диссертаций, имеющей прикладное значение**

1) на международном уровне (проданы лицензий, получены международные гранты);

- 2) на межотраслевом уровне  
3) в масштабах отрасли  
4) в рамках организаций

**12. Рекомендации по расширенному использованию результатов диссертаций, имеющих прикладное значение**

- 1) требует расширенного использования  
2) не требует расширенного использования

**Председатель Диссертационного  
Совета по Металлургии, обогащению,  
Материаловедению и наноматериалам,  
доктор технических наук**



**Кенжалиев Б.К.**

**Ученый секретарь Диссертационного совета  
по Металлургии, обогащению,  
материаловедению и наноматериалам,  
кандидат физико-математических наук**



**Мамаева А.А.**