

**Заключение диссертационного совета Д 001.010.01 на базе
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени
В.Н. Ореховича» по диссертации на соискание ученой степени
доктора наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 марта 2017 г. № 4

О присуждении Супрун Елене Владимировне, гражданке РФ учёной степени доктора биологических наук.

Диссертация «Электрохимические биосенсорные системы для анализа клинически значимых белков и пептидов», по специальности 03.01.04 – биохимия принята к защите 17 ноября 2016 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 001.010.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича», 119121, Россия, Москва, ул. Погодинская, д. 10, стр. 8, созданного Приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г. с внесением изменений Приказ Минобрнауки России № 913/нк от 14.06.2016 г.

Соискатель Супрун Елена Владимировна 1979 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Пероксидазные и холинэстеразные сенсоры на основе модифицированных графитовых электродов» защитила в 2004 году, в диссертационном совете, созданном на базе Химического института им. А.М.Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета. Работает старшим научным сотрудником в лаборатории биоэлектрохимии отдела персонализированной медицины Федерального государственного бюджетного научного учреждения (ФГБНУ) «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича».

Диссертация выполнена в лаборатории биоэлектрохимии отдела персонализированной медицины ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича».

Научный консультант – доктор биологических наук Шумянцева Виктория Васильевна, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича», заведующая лабораторией.

Официальные оппоненты:

Панасенко Олег Михайлович, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение (ФГБУ) «Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства», лаборатория физико-химических методов исследования и анализа, руководитель лаборатории.

Шлеев Сергей Валерьевич, доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный Исследовательский Центр "Курчатовский институт", Курчатовский комплекс НБИКС-технологий, лаборатория Белковая фабрика, ведущий специалист.

Егоров Алексей Михайлович, доктор биологических наук, профессор, академик РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра химической энзимологии, главный научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН), гор. Москва, в своём положительном заключении, подписанном Дзантиевым Борисом Борисовичем, доктор химических наук, профессор, лаборатория иммунобиохимии, заведующий лабораторией, указала, что в разделе 3.1 следовало бы привести прямые подтверждения того, что рассматриваемый сигнал не искажается вследствие диоксида и/или аминокислот (например, данные экспериментов, проведенных в анаэробных условиях). Также необходимо подтвердить полноту десорбции при отмывке, поскольку в плазме крови присутствует значительное количество электроактивных белков, способных неспецифически связываться с поверхностью электрода.

В разделе 3.2 на циклических вольтамперограммах в области потенциалов $-0,2 \div -0,4$ В для электрода ПГЭ/ДДАБ наблюдается псевдообратимый процесс. К какой реакции он может относиться, т.к. эта же пара катодного и анодного пиков при тех же потенциалах присутствует на циклических вольтамперограммах, записанных на электродах ПГЭ/ДДАБ в плазме крови здорового донора и пациента с ОИМ. За счет какой реакции при потенциалах ниже $-0,4$ В (Ag/AgCl) на циклических вольтамперограммах происходит возрастание катодного тока по сравнению с контрольным ПГЭ/ДДАБ электродом?

В разделе 4.1 катодные токи в области потенциалов $0,5 \div -0,5$ В и анодные токи в области $0,5 \div -1,5$ В (Ag/AgCl) объяснены сорбцией и десорбцией кислорода на поверхности ПГЭ/ДДАБ и ПГЭ/AuНЧ-ДДАБ электродов, однако прямые доказательства сорбции и десорбции не получены. Неясно, почему на контрольном ПГЭ в очень большом диапазоне потенциалов $-0,5 \div 1,5$ В не наблюдается восстановления дикислорода и электроокисления графита.

В разделе 5.2 интерпретация рис. 5.2.1 неоднозначна в отсутствие данных о концентрации ДМСО. При высоком содержании ДМСО в электролите в аэробных условиях кислород может восстанавливаться до супероксид-анион радикала, который реагирует с некоторыми аминокислотами. Продукты этой реакции могут проявлять электрохимическую активность, отличающуюся от активности исходных аминокислот.

При интерпретации получаемых данных имеет смысл обсудить образование комплексов Cu^{2+} с аминокислотами, некоторые из которых катализируют рН - зависимое электровосстановление дикислорода до пероксида водорода, способное исказить результаты измерений.

Отмечено, что замечания носят частный характер, не снижают общую положительную оценку работы и не влияют на обоснованность положений диссертации, выносимых на защиту. В отзыве отмечена актуальность работы, ее новизна, теоретическая и практическая значимость и достоверность результатов.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 40 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях - 19, из них 14 в

международных научных журналах, 2 главы в коллективных монографиях, 2 патента.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Suprun E. Au-nanoparticles as an electrochemical sensing platform for aptamer–thrombin interaction / E. Suprun, V. Shumyantseva, T. Bulko, S. Rachmetova, S. Rad'ko, N. Bodoev, A. Archakov // *Biosens. Bioelectron.* – 2008. – V.24. – № 4. – P.831–836. (IF 5.143). В данной работе соискатель показал, что наночастицы золота, нанесенные на поверхность электрода совместно с биораспознающим элементом (аптамером), служат сенсорной платформой для электрохимической регистрации биоаффинных взаимодействий и детекции белков (на примере пары аптамер-тромбин) с использованием метода инверсионной вольтамперометрии; разработал схему аптасенсора на тромбин, получил и обработал электрохимические данные и написал статью.
2. Suprun E. Electrochemical nanobiosensor for express diagnosis of acute myocardial infarction in undiluted plasma /E. Suprun, T. Bulko, A. Lisitsa, O. Gnedenko, A. Ivanov, V. Shumyantseva, A. Archakov // *Biosens. Bioelectron.* – 2010. – V.25. – № 7. – P. 1694–1698. (IF 5.361). В данной работе соискатель показал, что явление прямого переноса электрона между редокс-активным кофактором и электродом может быть использовано для прямого электрохимического определения содержания белка в биологических образцах; разработал электрохимический иммуносенсор для детекции гемопротейна миоглобина – белка-маркера острого инфаркта миокарда, в образцах плазмы крови, провел электрохимический анализ образцов плазмы крови пациентов с инфарктом миокарда и здоровых добровольцев, обработал результаты анализа и написал статью.
3. Suprun E. Label-Free Electrochemical Thrombin Aptasensor Based on Ag Nanoparticles Modified Electrode / E. Suprun, V. Shumyantseva, S. Rakhmetova, S. Voronina, S. Radko, N. Bodoev, A. Archakov // *Electroanalysis.* – 2010. – V. 22. – № 12. – P. 1386–1392. (IF 2.721). В работе показано, что нанесенный на поверхность электрода слой наночастиц серебра, на который иммобилизован биораспознающий элемент (аптамер к тромбину), служит источником электрохимического сигнала,

пропорционального концентрации определяемого белка (тромбина); соискатель самостоятельно спланировал и выполнил всю электрохимическую экспериментальную часть, принимал непосредственное участие в постановке и решении задач по проведению исследований и написал статью.

4. Suprun E.V. Electrochemical immunosensor based on metal nanoparticles for cardiac myoglobin detection in human blood plasma / E.V. Suprun, A.L. Shilovskaya, A.V. Lisitsa, T.V. Bulko, V.V. Shumyantseva, A.I. Archakov // *Electroanalysis*. – 2011. – V. 23. – № 5. – P. 1051–1057. (IF 2.872). В данной работе соискатель оптимизировал электрохимический иммуносенсор для детекции белка-маркера острого инфаркта миокарда – миоглобина в образцах плазмы крови; показал, что в качестве модификатора поверхности электрода при изготовлении иммуносенсора перспективно использовать наночастицы золота или серебра, стабилизированные дидодецилдиметиламмоний бромидом; обработал результаты электрохимического анализа и написал статью.

5. Suprun E.V. Electrochemical approach for acute myocardial infarction diagnosis based on direct antibodies-free analysis of human blood plasma / E.V. Suprun, A.A. Saveliev, G.A. Evtugyn, A.V. Lisitsa, T.V. Bulko, V.V. Shumyantseva, A.I. Archakov // *Biosens. Bioelectron.* – 2012. – V. 33. – № 1. – P. 158–164. (IF 5.437). В данной работе соискатель показал, что хеометрический анализ характеристик вольтамперограмм образцов плазмы крови (электрохимических «профилей» образцов плазмы крови), зарегистрированных с помощью сенсора на основе печатного графитового электрода и дидодецилдиметиламмоний бромида, позволяет достоверно разделить биообразцы на 2 группы, группу пациентов с острым инфарктом миокарда и группу здоровых добровольцев, в первую очередь по параметрам катодного пика с максимумом при $-0,25$ В, который обусловлен присутствием в плазме маркерных белков, ассоциированных с острым инфарктом миокарда. Соискатель спланировал работу, поставил задачи для математической обработки результатов статистическими методами, обобщил полученные данные и написал статью.

6. Suprun E.V. Analysis of Redox Activity of Proteins on the Carbon Screen Printed Electrodes / E.V. Suprun, M.S. Zharkova, G.E. Morozevich, A.V. Veselovsky, V.V.

Shumyantseva, A.I. Archakov // *Electroanalysis*. – 2013. – V. 25. – № 9. – P. 2109–2116. (IF 2.502). В данной работе соискатель показал, что сигнал электрохимического окисления белков за счет аминокислотных остатков тирозина, триптофана и цистеина, регистрируемый при потенциале около 0.6 В (отн. Ag/AgCl) прямо пропорционален поверхностной плотности данных электрохимически активных аминокислотных остатков. Электрохимический анализ позволяет различить мономерные и олигомерные белки по сигналу их окисления. Соискатель спланировал и провел электрохимические эксперименты, поставил задачи для молекулярного моделирования структур белков, обобщил полученные данные и написал статью.

7. Suprun E.V. Tyrosine Based Electrochemical Analysis of Amyloid- β Fragment (1–16) Binding to Metal(II) Ions / E.V. Suprun, N.V. Zaryanov, S.P. Radko, A.A. Kulikova, S.A. Kozin, A.A. Makarov, A.I. Archakov, V.V. Shumyantseva // *Electrochim. Acta*. – 2015. – V. 179. – P. 93–99. (IF 4.504). В данной работе соискатель показал, что электрохимический сигнал окисления остатка тирозина пептида амилоид-бета (1–16), представляющего собой металлсвязывающий домен полноразмерного пептида, чувствителен к образованию комплексов пептида с ионами металлов, в частности ионами Zn(II) или Cu(II). Разработанный способ анализа перспективен для выявления различных факторов, влияющих на процесс комплексообразования *in vitro* (например, pH среды). Соискатель выдвинул идею, спланировал и выполнил электрохимический эксперимент, обработал полученные результаты и написал статью.

8. Suprun E.V. Electrochemical Analysis of Amyloid- β Domain 1–16 Isoforms and Their Complexes with Zn(II) Ions / E.V. Suprun, S.A. Khmeleva, S.P. Radko, A.I. Archakov, V.V. Shumyantseva // *Electrochim. Acta*. – 2016. – V. 187. – P. 677–683. (IF 4.803). В данной работе соискатель показал, что электрохимический анализ на основе окисления остатка тирозина пептидов, как в отсутствии, так и в присутствии ионов Zn(II), позволяет (1) отличить некоторые мутанты от «нормального» A β 16 и (2) различить некоторые мутантные пептиды A β 16 между собой. Соискатель самостоятельно спланировал и выполнил всю электрохимическую

экспериментальную часть и принимал непосредственное участие в постановке и решении задач по проведению исследований и написал статью.

9. Suprun E.V. Direct electrochemical oxidation of amyloid- β peptides via tyrosine, histidine, and methionine residues / E.V. Suprun, S.A. Khmeleva, S.P. Radko, S.A. Kozin, A.I. Archakov, V.V. Shumyantseva // *Electrochem. Commun.* – 2016. – V. 65. – P. 53–56. (IF 4.569). В данной работе соискатель показал, что полноразмерный пептид амилоид-бета A β 42 способен окисляться на поверхности электрода за счет остатков тирозина, гистидина и метионина. Проведенный анализ электрохимического поведения пептидов позволил заложить основы способа идентификации пептидов. Соискатель выдвинул идею, спланировал и выполнил электрохимический эксперимент, обработал полученные результаты и написал статью.

10. Suprun E.V. Quantitative Aspects of Electrochemical Detection of Amyloid- β Aggregation / E.V. Suprun, S.A. Khmeleva, Y.Y. Kiseleva, S.P. Radko, A.I. Archakov, V.V. Shumyantseva // *Electroanalysis*. – 2016. – V. 28. – № 9. – P. 1977–1983. (IF 2.471). В данной работе соискатель показал, что пик окисления полноразмерного пептида амилоид-бета (A β 42) через остаток Тир-10 генерируется главным образом мономерами пептида и за снижение пика окисления ответственно снижение количества мономеров в образце в результате агрегации. Электрохимический анализ, основанный на окислении A β 42, таким образом, дополняет методы, способные проводить мониторинг агрегации пептида на основе наблюдения за изменением размера и структуры агрегатов. Соискатель являлся инициатором данной работы, спланировал электрохимическую часть работы, провел и обработал результаты экспериментов, поставил задачи исследований методом динамического светорассеяния и флуоресцентного анализа на основе красителя тиюфлавина Т и написал статью.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

официального оппонента доктора биологических наук, профессора Панасенко Олега Михайловича, ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства», в

котором отмечено, что работа изложена научным стилем, логично выстроена, основана на фундаментальных знаниях в области химии, биохимии и медицины, а полученные автором результаты достоверны и обладают научной и практической ценностью, выводы обоснованы. Тем не менее есть ряд вопросов: при электролизе водных растворов различных низкомолекулярных веществ, например галогенидов, в качестве продуктов электрохимической реакции могут образовываться реакционные соединения, такие как пероксид водорода или гипохлорит. Не могут ли такие реакции повлиять на результат при определении белков электрохимическим методом? При регистрации биомаркеров белкового происхождения патологий, связанных с воспалением, в очаге воспаления образуются активные формы кислорода, азота, галогенов и другие реакционные соединения, которые могут модифицировать различные аминокислотные остатки белка-биомаркера, например, церулоплазмينا. Может ли это повлиять на регистрируемый электрохимический сигнал окисления белков за счет аминокислотных остатков? Как рассчитывались пределы обнаружения исследуемых белков?

В отзыве официального оппонента доктора химических наук, Шлеева Сергея Валерьевича, ФГБУ Национальный Исследовательский Центр "Курчатовский институт", Курчатовский комплекс НБИКС-технологий указано, что математический аппарат, представленный в разделе литературного обзора недостаточно использован при обработке полученных экспериментальных биоэлектрохимических данных; рисунки, математические формулы и уравнения содержат небольшое количество неточностей, в тексте встречаются опечатки, а также обороты, не совпадающие с лексическими нормами научной литературы; в ряде случаев отсутствуют необходимые ссылки на научные источники, а при цитировании литературных источников есть определенные неточности. Сделанные замечания не меняют общего положительного впечатления о выполненной работе и абсолютно не снижают ее научной и практической ценности. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

В отзыве официального оппонента доктора биологических наук, профессора, академика РАН Егорова Алексея Михайловича, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» указано, что было бы полезно представить в литературном обзоре более широкий спектр методов анализа белков (например, в виде таблицы), использующихся как в специализированных лабораториях, так и портативных устройствах, работающих «у постели больного», и показать место, занимаемое электрохимическим анализом. При описании результатов и их обсуждении следовало бы привести константы взаимодействия исследуемых пар антиген-антитело и белок-аптамер и связать их с достигнутыми аналитическими характеристиками разработанных методов детекции белков. Однако, указанные замечания не носят принципиального характера и ни в коей мере не снижают ценности рассматриваемой работы.

В положительном отзыве на автореферат Даниловой Ирины Георгиевны, доктор биологических наук, ФГБУН Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения РАН, лаборатория морфологии и биохимии, заведующая лабораторией, отмечено, что величина аналитического сигнала не коррелирует с количеством аминокислотных остатков пептидов $A\beta$ и неясно, каким образом измеряется ток окисления метионина, если этот процесс выражен на вольтамперограмме в виде волны. Несмотря на замечания, работа является большим по объему исследованием, направленным на развитие новых методов исследования белков, что важно для развития биохимической науки.

В положительном отзыве на автореферат Коротковой Елены Ивановны, доктор химических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Минобрнауки России, кафедра физической и аналитической химии, профессор кафедры, указано, что не совсем понятна природа аналитических сигналов окисления в диапазоне потенциалов от 0,5 до 1,5 В и восстановления в диапазоне потенциалов от 0,5 до -0,5 В в случае работы аптасенсора на основе наночастиц золота для детекции тромбина. В автореферате отсутствует электрохимический механизм восстановления оксида $AuOx$ в щелочной среде и наглядные вольтамперограммы восстановления кислорода на

ПГЭ/AuНЧ-ДДАБ. Возникает вопрос: не вызывает ли серосодержащие аптамеры пассивацию поверхности ПГЭ/AgНЧ с образованием сульфидов серебра в случае разработки аптасенсора на основе наночастиц серебра для детекции тромбина.

В положительном отзыве на автореферат Соколовой Ольги Сергеевны, доктор биологических наук, Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра биоинженерии, доцент кафедры, замечаний нет.

В положительном отзыве на автореферат Бабкиной Софьи Сауловны, доктор химических наук, профессор ФГБОУ ВО «Московский технологический университет», кафедра аналитической химии, профессор кафедры отмечено, что в автореферате не приведены характеристики модификаторов поверхности электродов, использованных при создании биосенсоров. Из текста непонятно, почему автор считает, что центральным атомом гема является Fe (III). «Кислород переводит восстановленный ион Fe (II) в окисленную форму Fe (III)», в тоже время на схеме представлен оксигенированный миоглобин Fe(II) и по-видимому, автор имеет дело с соединением, содержащим Fe(III), т.е. метмиоглобином. Не указано, по какому критерию устанавливался предел обнаружения и не объясняются причины выбора того или иного варианта вольтамперометрии, в частности, квадратно-волновой. Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки проведенного исследования.

В положительном отзыве на автореферат Фахруллина Равиля Фаридовича, доктор биологических наук, Институт фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет, лаборатория бионанотехнологии, главный научный сотрудник отмечено, что в автореферате не представлены данные по выбору и характеристики наноматериалов, использованных в работе и использована небольшая выборка образцов при апробации разработанных способов анализа на образцах плазмы крови больных острым инфарктом миокарда и здоровых доноров.

В положительном отзыве на автореферат Карякина Аркадия Аркадьевича, доктор химических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный

университет им. М.В. Ломоносова», Химический факультет, лаборатория электрохимических методов, заведующий лабораторией замечаний нет.

В положительном отзыве на автореферат Сенченко Веры Николаевны, доктор биологических наук, ФГБУН Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН, лаборатория структурно-функциональной геномики, ведущий научный сотрудник отмечено, что не везде в автореферате понятно какие статистические критерии используются для оценки результатов. Замечание носит частный характер и не отражается на общей положительной оценке работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Панасенко О.М., Шлеев С.В. и Егоров А.М. являются известными учеными в области биохимии и создания новых диагностических методов и подходов. Об этом говорит наличие у оппонентов большого количества статей в мировой научной литературе по исследованиям в указанных областях, в том числе и работ, которые близки к теме диссертации Супрун Е.В. ФГУ «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» – один из ведущих центров, занимающихся исследованиями в области биохимии, разработки новейших методов диагностики на основе белковых маркеров, в частности создания биоаналитических систем для определения онкомаркеров, кардиомаркеров и др.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методология определения концентрации белков, содержащих редокс-активные простетические группы, основанная на регистрации прямого переноса электронов между электродом и редокс-активным кофактором;

выявлена количественная зависимость электрохимического сигнала окисления белков от плотности электроактивных аминокислотных остатков (тирозина, триптофана и цистеина), локализованных на поверхности молекул;

разработан способ регистрации образования комплексов между молекулами пептидов (белков) и ионами металлов, позволяющий проводить оценку влияния различных факторов на процесс комплексообразования;

на основе регистрации электрохимических сигналов окисления электроактивных аминокислотных остатков продемонстрирована эффективность электрохимического анализа в детекции агрегации пептидов и выявлении аминокислотных замен и модификаций в их структуре;

разработаны оригинальные способы детекции белков с помощью инверсионной вольтамперометрии на основе электрохимических сигналов наночастиц золота и серебра, нанесенных на поверхность электродов совместно с биораспознающими элементами;

разработан метод диагностики острого инфаркта миокарда на основе хемотрического анализа характеристик вольтамперных кривых плазмы крови.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработанные способы электрохимической детекции белков и пептидов основываются на особенностях структуры молекул: наличие или отсутствие редокс-активных кофакторов и электроактивных аминокислотных остатков, что определяет выбор прямого или косвенного метода анализа. Найденные закономерности универсальны и применимы к широкому кругу белковых молекул, представляющих интерес для диагностики и биохимических исследований молекулярных механизмов заболеваний.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

на основании выполненных автором исследований разработаны биосенсорные и сенсорные системы, позволяющие проводить количественное определение белков и пептидов, регистрировать образование комплексов, а также выявлять аминокислотные замены и модификации в их структуре на основе электрохимической активности белковых кофакторов и определенных аминокислотных остатков:

разработаны доступные и удобные в использовании электрохимические способы детекции белков и пептидов, как содержащих редокс-активные простетические группы, так и состоящих только из аминокислотных остатков; разработанные

способы перспективны при конструировании сенсорных систем для анализа в варианте «у постели больного»;

выявленная количественная взаимосвязь между строением белка (пептида) и параметрами электрохимического окисления его аминокислотных остатков принципиально важна для детекции белковых молекул и регистрации различных изменений в их структуре, таких как денатурация или агрегация, а также установления образования комплексов типа «белок-белок» и «белок-лиганд»;

электрохимический анализ образования комплексов между пептидом амилоид-бета и ионами металлов предназначен для выявления факторов, влияющих на процесс комплексообразования, и изучения механизма развития болезни Альцгеймера;

знания об электрохимическом окислении амилоида-бета за счет аминокислотных остатков легли в основу способов идентификации пептидов, регистрации агрегации и выявления аминокислотных замен и модификаций;

создан иммуносенсор для определения содержания миоглобина – раннего маркера острого инфаркта миокарда;

разработан метод распознавания острого инфаркта миокарда путем регистрации и хеометрического анализа вольтамперных кривых плазмы крови пациента.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены на современном сертифицированном оборудовании и статистически обоснованы. Достоверность полученных результатов подтверждена соответствующими статистическими характеристиками воспроизводимости экспериментальных данных и независимыми методами анализа. Результаты работы согласуются с известными теоретическими и практическими знаниями по теме диссертации, полученными другими группами исследователей с помощью электрохимических или альтернативных физико-химических и биохимических методов.

Личный вклад соискателя состоит в:

том, что все описанные в диссертационной работе результаты, касающиеся разработки электрохимических способов измерения и новых подходов к анализу

белков и пептидов, получены автором лично. Диссертант самостоятельно спланировал и выполнил всю электрохимическую экспериментальную часть и принимал непосредственное участие в постановке и решении задач по проведению исследований с помощью дополнительных физико-химических методов, математической обработке электрохимических данных и анализу трехмерных структур белков. Соискатель является автором научных публикаций по теме диссертации и лично выступал с докладами на российских и международных конференциях. При подготовке диссертации автор провел глубокий анализ литературных данных по теме исследования.

На заседании 16 марта 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Супрун Елене Владимировне учёную степень доктора биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 13 докторов наук по специальности 03.01.04 – «биохимия», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 19, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Зам. председателя Диссертационного совета Д 001.010.01
доктор биологических наук, профессор




Поройков В.В.

Ученый секретарь Диссертационного совета Д 001.010.01
кандидат химических наук
16 марта 2017 года



Карпова Е.А.