

Протокол № 304

заседания диссертационного совета 24.2.288.07 по защите
от 22.04.2026 г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек.
Присутствовали на заседании 16 человек.

Председатель: д.хим.наук, профессор Семенов Виктор Николаевич

Присутствовали:

1. Д.х.н., проф. Семенов Виктор Николаевич (1.4.15. Химия твердого тела)
2. К.х.н., доц. Столповская Надежда Владимировна (1.4.3. Органическая химия)
3. Д.х.н., проф. Шихалиев Хидмет Сафарович (1.4.3. Органическая химия)
4. Д.х.н., проф. Бутырская Елена Васильевна (1.4.2. Аналитическая химия)
5. Д.х.н., проф. Зяблов Александр Николаевич (1.4.2. Аналитическая химия)
6. Д.х.н., доц. Кострюков Виктор Федорович (1.4.15. Химия твердого тела)
7. Д.х.н., доц. Козадеров Олег Александрович (1.4.3. Органическая химия)
8. Д.х.н., доц. Крысин Михаил Юрьевич (1.4.3. Органическая химия)
9. Д.х.н. Паршина Анна Валерьевна (1.4.2. Аналитическая химия)
10. Д.х.н., доц. Потапов Андрей Юрьевич (1.4.3. Органическая химия)
11. Д.х.н., проф. Рудаков Олег Борисович (1.4.2. Аналитическая химия)
12. Д.ф.-м.н. Рябцев Станислав Викторович (1.4.15. Химия твердого тела)
13. Д.х.н., проф. Селеменев Владимир Федорович (1.4.2. Аналитическая химия)
14. Д.х.н., доц. Томина Елена Викторовна (1.4.15. Химия твердого тела)
15. Д.х.н., проф. Шапошник Алексей Владимирович (1.4.2. Аналитическая химия)
16. Д.х.н., доц. Шестаков Александр Станиславович (1.4.3. Органическая химия)

Официальные оппоненты по диссертации:

Бурмистрова Наталия Анатольевна – доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», кафедра общей и неорганической химии, профессор – отсутствует по уважительной причине.

Суханов Павел Тихонович – доктор химических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных

технологий», факультет экологии и химической технологии, кафедра физической и аналитической химии, профессор – присутствует;

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» – положительный отзыв получен.

Слушали: защиту диссертационной работы Фам Тхи Гам «Амперометрическое определение антибиотиков в жидких средах сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

В обсуждении диссертационной работы приняли участие: д.хим.наук, профессор Шапошник А.В., д.хим.наук, профессор Селеменев В.Ф.

Вопросы задали: д.хим.наук, профессор Бутырская Е.В., д.хим.наук, профессор Селеменев В.Ф., д.хим.наук, профессор Рудаков О.Б., д.хим.наук, профессор Шихалиев Х.С., д.хим.наук Паршина А.В.

Постановили: на основании протокола № 1 счетной комиссии считать, что диссертация Фам Тхи Гам отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Фам Тхи Гам, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия

Результаты голосования:

«за» – 16,

«против» – нет,

«недействительных бюллетеней» – нет.

Председатель диссертационного
совета 24.2.288.07

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.288.07



Семенов Виктор Николаевич

Столповская Надежда Владимировна

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
24.2.288.07, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22.04.2026 г. № 304

О присуждении Фам Тхи Гам, гражданке Вьетнама, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Амперометрическое определение антибиотиков в жидких средах сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров» по специальности 1.4.2. Аналитическая химия принята к защите 19 февраля 2026 г. (протокол заседания № 303) диссертационным советом 24.2.288.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России, 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1, в соответствии с приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Фам Тхи Гам, 05 марта 1988 года рождения, аспирант кафедры аналитической химии химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России.

В 2012 году окончила бакалавриат федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет» по направлению «Химия».

В 2014 году окончила магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» по направлению 020001 Химия.

Диссертация выполнена на кафедре аналитической химии химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Зяблов Александр Николаевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», химический факультет, кафедра аналитической химии, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Бурмистрова Наталия Анатольевна, доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», кафедра общей и неорганической химии, профессор;

2. Суханов Павел Тихонович, доктор химических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», кафедра физической и аналитической химии, профессор;

- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанным Зиятдиновой Гузель Камилевной, доктором химических наук, профессором, кафедра аналитической химии, заведующим кафедрой, указала, что диссертационная работа является

законченным научным исследованием, в котором содержится решение задачи по разработке новых амперометрических сенсоров на основе полимеров с молекулярными отпечатками для селективного определения антибиотиков, что необходимо для контроля качества и безопасности пищевых продуктов. Работа соответствует паспорту специальности 1.4.2. Аналитическая химия (пп.2, 10, 13 и 15)) и полностью удовлетворяет требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Фам Тхи Гам, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

Соискатель имеет 33 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ. Работы посвящены исследованию свойств синтезированных молекулярно-импринтированных полимеров и разработке способа определения антибиотиков амперометрическими сенсорами в модельных растворах, а также апробации его при анализе реальных объектов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Вклад автора составляет 80 %, объем – 5,5 п.л.

Наиболее значительные работы:

1. Определение антибиотиков в сточных водах амперометрическими сенсорами / Фам Тхи Гам, О. А. Тертышникова, А. Н. Зяблов, А. Ю. Выборный, Н. А. Литвинова // Журнал аналитической химии. – 2025. – Т. 80. – № 9. – С. 996-1002.

2. Определение антибиотиков в жидкостях амперометрическим сенсором, модифицированным молекулярно-импринтированным полимером / Фам Тхи Гам, Као Ньят Линь, А. Н. Зяблов, Нгуен Ань Тьен // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2025. – Т. 91. – № 9. – С. 28-35.

3. Определение стрептомицина сульфата и неомицина сульфата в жидких средах амперометрическими сенсорами, модифицированными молекулярно-импринтированным полимером / Фам Тхи Гам, Е. В. Бобринская, А. Н. Зяблов, Нгуен Ань Тьен, Као Ньят Линь // Аналитика и контроль. – 2025. – Т. 29. – № 4. – С. 293-302.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов:

1) Доронин С.Ю., д.х.н., проф., профессор кафедры аналитической химии и химической экологии ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Институт химии. Вопросы и замечания: 1. В положениях, выносимых на защиту, желательно сначала формулировать прогностическую их составляющую, а не констатировать, что для этого сделано, т.е. в положениях 1 и 2 акцент сделать на вторые предложения в их формулировках. Кроме того, во 2 положении зависимость аналитического сигнала МИП-сенсоров, следует полагать, исследуется не от растворителя, а от его природы. 2. На стр. 12 автореферата, в качестве растворителя упоминается молоко, которое приводит к снижению чувствительности МИП-сенсоров, что вполне объяснимо. Однако состав молока, который может очень сильно отличаться как на качественном, так и количественном уровне, в реферате не приводится. Может быть следовало оценить отдельно влияние белка(ов) или жира(ов) на чувствительности МИП-сенсоров? 3. Прецизионность МИП-сенсоров осуществляли при определении антибиотиков в модельных бинарных, тройных и даже четверных смесях (стр. 14). Из данных автореферата не ясно, в каких реальных объектах могут находиться два и более антибиотика из числа исследованных в работе?;

2) Гуськов В.Ю., д.х.н., доц, заведующий кафедрой аналитической химии ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий. Вопросы и замечания: 1. В главе 2 автореферата стоило описать методику получения МИП. 2. На стр.9 автореферата автор показывает ряд сорбируемости антибиотиков МИПами, однако не объясняет, почему наблюдается именно такая закономерность в сорбции?

3) Апяри В.В., д.х.н., главный научный сотрудник ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Вопросы и замечания: 1. Представление данных в некоторых таблицах можно было бы улучшить. Например, данные в табл. 13 автореферата во многом повторяют данные табл. 11, а прочерки, относящиеся к реальным объектам, мало что приносят, таким образом табл. 13 можно было бы убрать без потери содержания. В табл. 3 автореферата (табл. 4.4 диссертации) не совсем понятно название последней колонки «% сорбции»: если в ней даны степени сорбции определяемых веществ, что почему они так сильно превосходят степени извлечения (R, %), указанные в третьей колонки этой же таблицы? 2. В автореферате следовало бы более детально описать схему получения пленок МИП и амперометрических сенсоров на их основе.

4) Рудакова Л.В., д.х.н., доц., заведующая кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко». Без замечаний.

5) Калмыкова Е.Н., д.х.н., доц., профессор кафедры химии ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет». Без замечаний.

6) Темердашев З.А., д.х.н., профессор, зав. кафедрой аналитической химии и Иванова Ю.А., к.х.н., старший преподаватель кафедры аналитической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». Вопросы и замечания: 1. При какой температуре начинается температурное разложение аналитов и каком диапазоне температур структуры антибиотиков стабильны? 2. Насколько сопоставимы полученные результаты исследований зависимости чувствительности амперометрических сенсоров от количества аналитических серий с данными работы сенсоров в среде молока, ведь условия регистрации аналитических сигналов могут быть разными? 3. Проводилось ли сравнение параметров извлечения целевых антибиотиков разными растворителями?

7) Платонов И.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой химии ФГАОУ ВО «Самарский государственный национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». Замечание: в автореферате не представлена методика приготовления амперометрических сенсоров с селективным покрытием на основе молекулярно-импринтированных полимеров, а также длительность (продолжительность) их работы.

Все отзывы положительные. Замечания носят рекомендательный характер.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в области аналитической химии и способностью определить актуальность, достоверность, научную новизну и значимость результатов диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** способ определения отдельных антибиотиков цефалоспоринового, аминогликозидного, сульфаниламидного ряда в модельных растворах и реальных объектах амперометрическими сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров;

- **предложены** наиболее эффективные режимы синтеза молекулярно-импринтированных полимеров с учетом термической стабильности антибиотиков;

- **доказано**, что молекулярно-импринтированные полимеры обладают более высокой способностью к связыванию целевых антибиотиков по сравнению с неимпринтированными полимерами, о чем свидетельствуют высокие значения импринтинг-фактора;

- **введены** представления о влиянии условий определения антибиотиков в жидкостях амперометрическими сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров (рН, температуры, растворителя, состава растворов) на величину аналитического сигнала.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** избирательность молекулярно-импринтированных полимеров к целевому антибиотику относительно структурно-родственных соединений;
- **применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных физико-химических методов анализа: высокоэффективная жидкостная хроматография, спектрофотометрия, ИК-спектроскопия, кондуктометрия и сканирующая силовая микроскопия;
- **изложена** методология создания молекулярно-импринтированных полимеров и организации на их основе амперометрических сенсоров для селективного определения антибиотиков в многокомпонентных жидких средах;
- **раскрыты** перспективы использования полиимида в качестве основы для получения молекулярно-импринтированных полимеров с отпечатками антибиотиков, предназначенных для определения этих антибиотиков в жидких средах;
- **изучены** структурные, спектральные, сорбционные и морфологические свойства синтезированных молекулярно-импринтированных полимеров и исследована способность рассматриваемых полимеров сорбировать антибиотики из водных растворов;
- **проведена модернизация** процесса получения молекулярно-импринтированных полимеров с использованием антибиотиков в качестве молекулярных шаблонов.

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

- **разработан** и апробирован способ определения содержания антибиотиков в сточных водах и молочной продукции амперометрическими сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров;
- **определены** метрологические характеристики амперометрического определения антибиотиков в модельных растворах и реальных объектах с помощью сенсоров на основе молекулярно-импринтированных полимеров;

- **созданы** молекулярно-импринтированные полимеры с отпечатками антибиотиков, обеспечивающие работу амперометрических сенсоров в течение более, чем 25 аналитических серий;

- **представлены** данные определения антибиотиков в модельных растворах, молоке и сточных водах амперометрическими сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: достоверность полученных результатов, обоснованность научных положений и выводов диссертации обеспечены системностью исследования, применением современных методов анализа, использованием сертифицированного оборудования. Для оценки точности определения антибиотиков в жидких средах амперометрическими сенсорами на основе молекулярно-импринтированных полимеров в качестве референтных методов были выбраны спектрофотометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография с масс-селективным детектором, для проведения исследований использовали спектрофотометр BioSpec-mini-SHIMADZU (Япония), хроматограф Agilent 6230 TOF LC/MS (Agilent Technologies, CA, USA). Свойства полимерных пленок изучали с помощью ИК-спектрометра (VERTEX-75 фирмы «Брукер» Германия), сканирующего силового микроскопа («Solver P47 PRO» производства ЗАО «НТ-МДТ») и кондуктометра ССТ-3320Т (Россия). Результаты соответствуют современным представлениям по рассматриваемой тематике.

Личный вклад соискателя состоит в участии в общей постановке задач исследования, систематизации литературных данных, подготовке, планировании и проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, их практической апробации, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было, были заданы вопросы: 1) Как обновляли поверхность сенсора на основе полимеров с молекулярными отпечатками после проведения измерения?

Сколько времени необходимо на полное удаление связанного антимикробного агента? 2) Раздел 5.3. Поскольку в исследуемых образцах не обнаружены антимикробные агенты, то можно было бы провести определение в рамках метода добавок, чтобы показать возможность определения антимикробных агентов в рассматриваемых матрицах. 3) На чем основан выбор температур при оценке стабильности антимикробных агентов методом ИК спектроскопии? Каковы общие выводы, полученные в результате изучения систем методом ИК-спектроскопии? 4) Как согласуются полученные значения рК (глава 3) для антимикробных агентов с известными литературными данными для структурно близких соединений? На чем основан выбор значений рН в табл. 3.4 и рис. 3.5? Для каких целей использовали полученные данные в дальнейших исследованиях? 5) Как проводили пробоподготовку при анализе антимикробных агентов в молочных продуктах (Табл. 5.19)? 6) С какой целью оценивалось влияние температуры в интервале 10-50 °С на аналитический сигнал сенсоров, если определение антимикробных агентов проводилось при комнатной температуре? 7) Почему именно сополимер на основе 1,2,4,5-бензолтетракарбоновой кислоты и 4,4'-диаминодифенилоксида с молекулярной массой звена 382 г/моль и температурой разложения 525 °С, применялся для получения МИП? 8) Расчеты удельной поверхности, суммарный объем пор и средний радиус пор по уравнениям целесообразно было подтвердить экспериментально методом низкотемпературной физической адсорбции азота или других газов при постоянной температуре. 9) На стр. 12 автореферата, в качестве растворителя упоминается молоко, которое приводит к снижению чувствительности МИП-сенсоров, что вполне объяснимо. Однако состав молока в реферате не приводится. Может быть следовало оценить отдельно влияние белка(ов) или жира(ов) на чувствительности МИП-сенсоров? 10) В каких реальных объектах могут находиться два и более антимикробных агента из числа исследованных в работе? 11) На стр.9 автореферата автор показывает ряд сорбируемости антимикробных агентов МИПами, однако не объясняет, почему наблюдается именно такая закономерность в сорбции. 12) В табл. 3 автореферата (табл. 4.4 диссертации)

не совсем понятно название последней колонки «% сорбции»: если в ней даны степени сорбции определяемых веществ, то почему они так сильно превосходят степени извлечения (R, %), указанные в третьей колонки этой же таблицы. 13) Насколько сопоставимы полученные результаты исследований зависимости чувствительности амперометрических сенсоров от количества аналитических серий с данными работы сенсоров в среде молока, ведь условия регистрации аналитических сигналов могут быть разными? 14) Проводилось ли сравнение параметров извлечения целевых антибиотиков разными растворителями? 15) По Вашим данным, самый высокий аналитический сигнал в кислой среде, щелочной меньше, как Вы это объясняете? 16) ИК-спектры Вы снимали до удаления шаблона и после удаления шаблона. Кроме повышения интенсивности сигнала аналита были ли еще какие-то изменения? Смещение полос? Чем Вы это объясняете? 17) Вы определяли антибиотики в сточных водах городских, а можно ли делать в сточных водах молочного завода? 18) Какие процессы окислительные/восстановленные протекают при использовании Ваших сенсоров? 19) При выборе мешающих компонентов Вы ориентировались на такие же процессы окисления или в их присутствии могут изменяться формы аналитов? 20) Поясните причину снижения доли микропор и увеличения доли мезо- и макропор при получении полимерного сенсора? 21) Нет ли противоречия в том, что развитость поверхности растёт и селективность также возрастает?

Соискатель Фам Тхи Гам ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: 1) Для обновления поверхности сенсора, после проведения измерений, его промывали дистиллированной водой и высушивали при температуре 50 °С в течение 1 часа. Для полного удаления связанного аналита-антибиотика сенсоры помещали на 24 ч в дистиллированную воду. 2) В табл. 5.19 на стр. 113 представлены результаты определения антибиотиков в образцах молока и сточных вод методом добавок: в этих образцах антибиотики не обнаружены, однако при внесении добавок показана возможность их надежного определения

в данных матрицах. 3) Выбор интервала температур сделан для установления температуры деструкции антибиотиков. Метод ИК-спектроскопии позволяет непосредственно отслеживать изменения в структуре функциональных групп по смещению и исчезновению характеристических полос, в отличие от термогравиметрического анализа. На основе результатов анализа методом ИК-спектроскопии сделан вывод, что синтез молекулярно-импринтированных полимеров целесообразно проводить при температуре не выше 120°C. 4) Полученные значения рК функциональных групп антибиотиков хорошо согласуются с литературными данными для структурно близких соединений и отражают типичные кислотно-основные свойства соответствующих групп. Выбранные значения рН в табл. 3.4 и на рис. 3.5 охватывают область, в которой происходит переход от полностью протонированной формы к депротонированной, что позволяет зафиксировать максимальное изменение оптической плотности, связанное с изменением соотношения концентраций кислотной и основной форм. Полученные значения рК отражают кислотно-основные свойства функциональных групп в структуре цефалоспориновых антибиотиков, что указывает на различную степень ионизации в зависимости от рН среды. 5) Молоко разбавляли дистиллированной водой в 100 раз. Разбавление потом учитывали при расчете концентрации антибиотиков. 6) Ряд экспериментов проведен при 10-50 °С с целью исследования свойств сенсорной системы, в частности, влияние температуры на чувствительность сенсоров. 7) Этот полимер имеет высокую термическую и химическую стабильность; образует жесткую полиимидную матрицу, которая сохраняет форму импринтированных полостей; хорошо образует тонкие стабильные пленки на поверхности электрода и обеспечивает селективность и стабильность сенсорного слоя. 8) В данной работе удельная поверхность, суммарный объем пор и средний радиус пор, были рассчитаны косвенным методом на основе экспериментальных данных по максимальной адсорбционной емкости в жидкой среде. Метод низкотемпературной физической адсорбции азота планируем использовать в дальнейших работах. 9) В диссертации приведена

жирность различных видов молока. Изучение влияния белков или жиров на чувствительность МИП-сенсоров будет проведено в дальнейшем. 10) На практике два или более антибиотика из числа исследованных в диссертации могут одновременно присутствовать в пробах молока или молочных продуктов, а также в пробах сточных вод, включая сточные воды фармацевтических заводов, больниц, животноводческих ферм, и в грунтовых водах, прудах, озерах, реках. 11) Такая закономерность обусловлена особенностями молекулярной структуры антибиотиков и механизмом формирования специфических центров связывания в МИП. Способность к сорбции группы антибиотиков цефалоспоринов выше, чем у аминогликозидов. 12) Последняя колонка «% сорбции» табл. 3 автореферата (табл. 4.4 диссертации) отражает долю сорбции каждого из антибиотиков (целевого и по торонного) в общем количестве веществ, сорбированных на МИП, а не степень сорбции определяемых веществ. Эти значения рассчитываются на основе общего количества веществ (включая как целевой, так и другой антибиотик), уже сорбированных на МИП, и, следовательно, характеризуют селективность материала по отношению к данным соединениям в процессе сорбции. Таким образом, сумма этих значений всегда составляет 100%, и они могут превышать степени извлечения (R), так как отражают внутренний состав на МИП. 13) Результаты исследования чувствительности амперометрических сенсоров в зависимости от количества аналитических серий в модельных растворах не сопоставляли с данными, полученными в среде молока. 14) Сравнение параметров извлечения целевых антибиотиков другими растворителями в работе не проводилось. 15) Снижение чувствительности сенсора при переходе от кислой к нейтральной и щелочной среде объясняется изменением ионной формы аналита. В кислой среде антибиотики находятся в протонированной или биполярной формах, которые лучше связываются с МИП-сенсорным слоем через водородные связи и ионные взаимодействия. При повышении pH (в щелочной среде) происходит депротонирование и образование анионных форм, которые связываются хуже, что снижает чувствительность сенсора. 16) Кроме

повышения интенсивности сигнала аналита, в ИК-спектрах наблюдались и другие изменения, а именно смещение некоторых полос. ИК-спектры МИП и неимпринтированного полимера сходны, однако у МИП наблюдается повышенная интенсивность частот. Это может быть обусловлено легкодоступностью полученных отпечатков для молекул гидратной воды. Смещение полос обусловлено тем, что сорбция антибиотиков на МИП происходит благодаря образованию водородных связей между антибиотиком и сорбентом через гидраторазделенную пару. Образование таких водородных связей с участием молекул воды приводит к перераспределению электронной плотности и, как следствие, к смещению характеристических полос в ИК-спектре по сравнению с исходным состоянием. 17) Можно определить антибиотики в сточных водах молочного завода амперометрическими сенсорами. 18) При нанесении раствора антибиотика на сенсор сначала происходит окисление меди с образованием ионов Cu^{2+} . Эти ионы могут взаимодействовать с функциональными группами антибиотика, в результате чего формируются комплексы. Образовавшиеся комплексы могут дополнительно подвергаться электрохимическому окислению. Кроме того, молекула антибиотика может окисляться напрямую на медном электроде. Электроны, высвобождающиеся в ходе этих процессов, генерируют электрический ток. 19) При выборе мешающих компонентов ориентировались на те же окислительно-восстановительные процессы. Мешающие вещества были выбраны из той же группы и со структурой, аналогичной структуре целевого антибиотика. 20) Рельеф поверхностей пленок МИП имеет большой перепад высот, что связано с некоторыми эндогенными процессами, протекающими при синтезе импринтированных полимеров и приводящими к уменьшению количества микропор и увеличению количества мезо- и макропор. Это связано с перестройкой структуры полимера МИП в присутствии антибиотика в процессе синтеза. 21) Противоречия нет. В ходе исследования селективных сенсорных покрытий на основе МИП было установлено, что чувствительность сенсора к целевым молекулам антибиотиков определяется не

общим количеством микропор, а наличием специфических полостей, образованных в процессе импринтирования. Неимпринтированный полимер обладает более высокой микропористостью, однако его чувствительность к антибиотикам ниже.

На заседании 22 апреля 2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи по разработке подходов к определению отдельных антибиотиков цефалоспоринового, аминогликозидного, сульфаниламидного ряда в модельных растворах и реальных объектах с помощью амперометрических сенсоров на основе молекулярно-импринтированных полимеров, имеющей значение для развития аналитической химии присудить Фам Тхи Гам ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета 24.2.288.07



Семенов Виктор Николаевич

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.288.07

Столповская Надежда Владимировна

22.04.2026 г.