


**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Воронежский государственный аграрный университет**  
**имени императора Петра I»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета  
технологии и товароведения

 Н.В. Королькова  
«22» ноября\_2016 г.

## **ОТЧЕТ**

**по научно – исследовательской работе за 2016 г.**

Тема 7 «Разработка инновационных технологических процессов производства и переработки сельскохозяйственного сырья, оценка качества и безопасности продовольственных товаров и объектов окружающей среды»;

Раздел 7.1. Разработка методов экологического мониторинга окружающей среды, методов очистки вод и природных объектов от примесей

Исполнители: кафедра химии

**ВОРОНЕЖ 2016**

## СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 7.1 Разработка методов экологического мониторинга окружающей среды, методов очистки вод и природных объектов от примесей

7.1.1 Разработка методов медицинской и ветеринарной диагностики на основе анализа выдыхаемого воздуха, а также разработка метода сертификации пищевых продуктов на основе «электронного носа».

7.1.2 Исследование строения, селективности и транспортных свойств природных и синтетических ионообменных материалов и использование их при водоподготовке и других технологических процессах

7.1.3 Создание новых сорбентов для очистки воды

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Подразделы 7.1.1.** *Разработка методов медицинской и ветеринарной диагностики на основе анализа выдыхаемого воздуха, а также разработка метода сертификации пищевых продуктов на основе «электронного носа».*

**Исполнители:** профессор Шапошник А. В., доцент Звягин А.А., аспиранты: Чегерева К.С.

В 2016 году была продолжена работа по проведению количественного и качественного анализа при использовании единичного металлоксидного сенсора.

Для решения этой задачи были созданы нестационарные условия потока исследуемой газовой среды. Применение режима, при котором впуск в камеру исследуемой газовой среды чередуется с работой сенсора в отсутствие потока, позволяет сделать анализ селективным. Это связано с тем, что металлоксидный сенсор со специальными каталитическими добавками при рабочей температуре 300-400°C способствует активному взаимодействию газов-восстановителей с кислородом воздуха. Результатом такого взаимодействия может быть как снижение сопротивления сенсора (полупроводника n-типа) вследствие уменьшения концентрации кислорода в рабочей камере, так и повышение его сопротивления, вызванное конверсией газов-восстановителей в газы-окислители, например, аммиака в оксиды азота. Сочетание абсолютного значения сопротивления сенсора и его относительного изменения в отсутствие потока позволяет определить не только концентрацию газа-восстановителя, но также и его природу.

Известно, что параметры потока газовой среды могут оказывать значительное влияние на отклик сенсора.

Подложка сенсора была выполнена из оксида алюминия размером 3x1x0.5 мм с платиновыми электродами и платиновым нагревателем. Газочувствительный слой с площадью ~ 1.5 мм<sup>2</sup> представлял собой хрупкий гель SnO<sub>2</sub> с размером зерен 4-6 нм, допированный палладием (3% по массе) и рутением (0.3% по массе). Температура сенсора в отсутствие потока составляла 390°C.

Сенсор был помещен в рабочую камеру, выполненную из нержавеющей стали, объемом 0.25 см<sup>3</sup>. Ввод и вывод газовой среды осуществлялся через достаточно тонкие (диаметром 0.5 мм) и достаточно длинные (5 мм) отверстия, препятствующие диффузионному переносу, что позволило упростить конструкцию, отказавшись от входных и выходных клапанов (рис. 1). Цикл измерений составлял 20 секунд, из которых в течение 0.3 секунд проводился напуск в камеру свежей порции исследуемой газовой среды, а последующие 19.7 секунд проток отсутствовал.

На рис. 2 показано электрическое сопротивление сенсора при определении 50 ppm H<sub>2</sub>S на протяжении 4 циклов измерений. Как показано на рисунке, в отсутствие потока сопротивление сенсора увеличивалось.

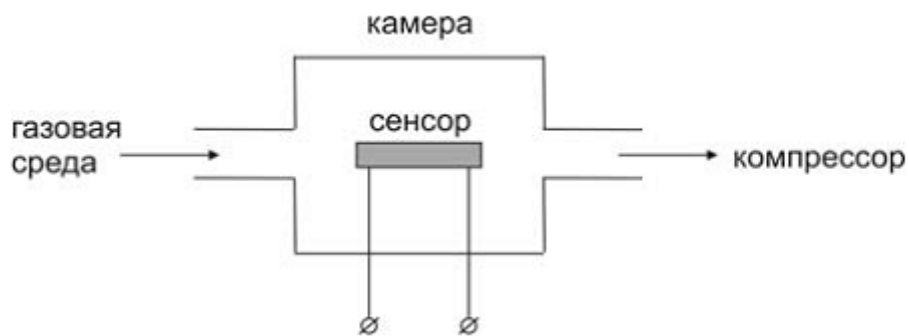


Рис. 1. Общая схема установки.

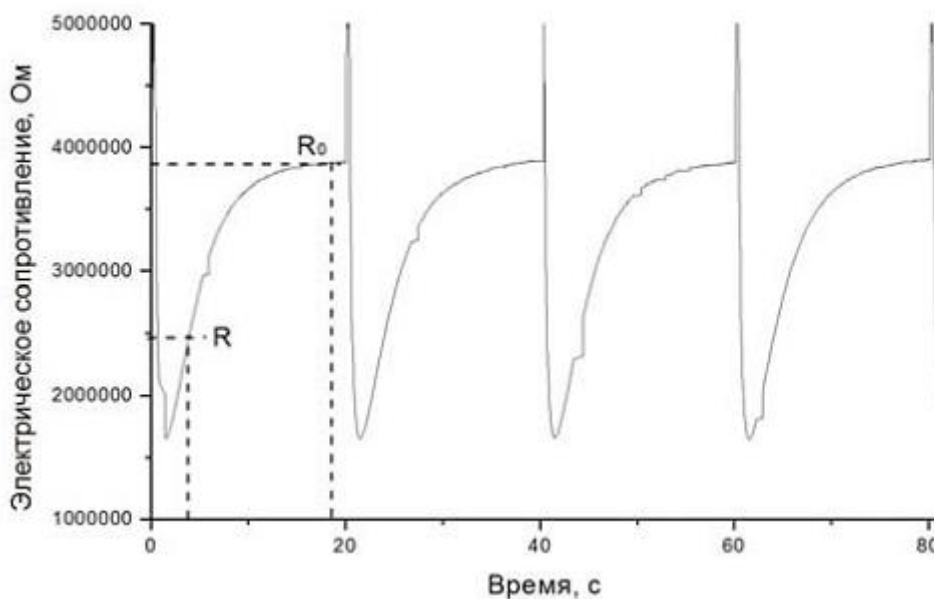


Рис. 2. Изменение сопротивления сенсора в 4 циклах измерений (50 ppm  $H_2S$ ).

На рис. 3 показано электрическое сопротивление сенсора при определении 200 ppm CO на протяжении 4 циклов измерений. В данном случае после стабилизации температуры сопротивление сенсора заметно понижалось.

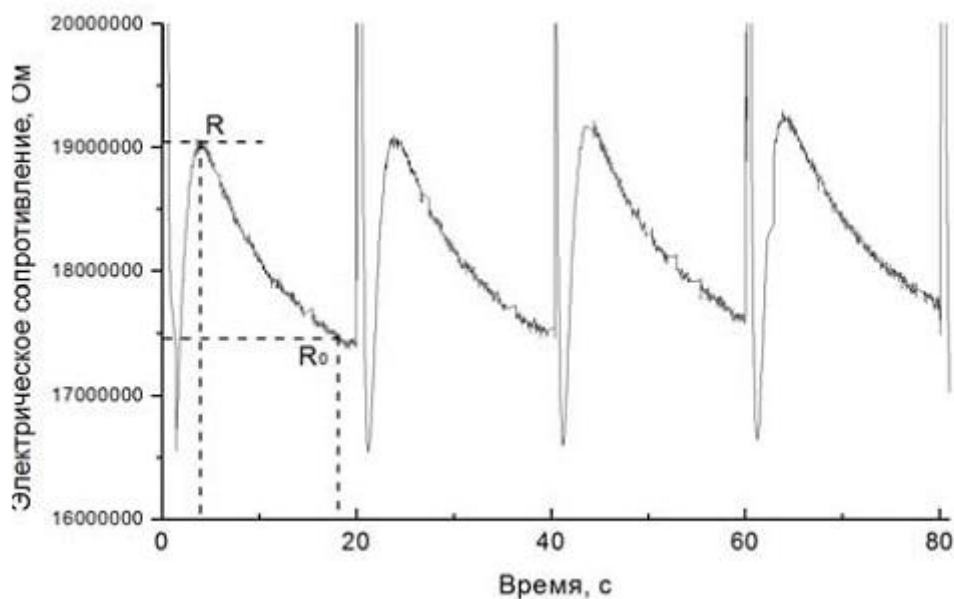


Рис. 3. Изменение сопротивления сенсора в 4 циклах измерений (200 ppm CO).

Увеличение сопротивления сенсора при определении сероводорода может быть связано с его каталитическим превращением в диоксид серы, способным в данных условиях проявлять свойства окислителя (рис. 2). Уменьшение сопротивления сенсора при определении угарного газа связано с уменьшением концентрации окислителя (кислорода) вследствие его взаимодействия с восстановителем (рис. 3).

Сочетание качественного и количественного анализа в подобных случаях основывается на анализе формы кинетических кривых, когда каждую газовую среду характеризует точка n-мерного пространства. В данном случае оказалось возможным охарактеризовать газовую среду всего двумя параметрами, один из которых представляет собой абсолютное значение сопротивления сенсора спустя 18.68 секунд после начала цикла ( $R_0$ ). Второй параметр представлял собой относительную разность  $(R_0 - R)/R_0$ , где  $R$  — сопротивление сенсора спустя 3.68 секунд после начала цикла. Как показано на рис. 4, сочетания всего двух параметров оказалось достаточно для проведения качественного и количественного анализа газовых сред CO и H<sub>2</sub>S.

На рис. 5 показана градуировочная кривая определения сероводорода.

Стандартное отклонение составляло 0.09 при постоянной влажности воздуха.

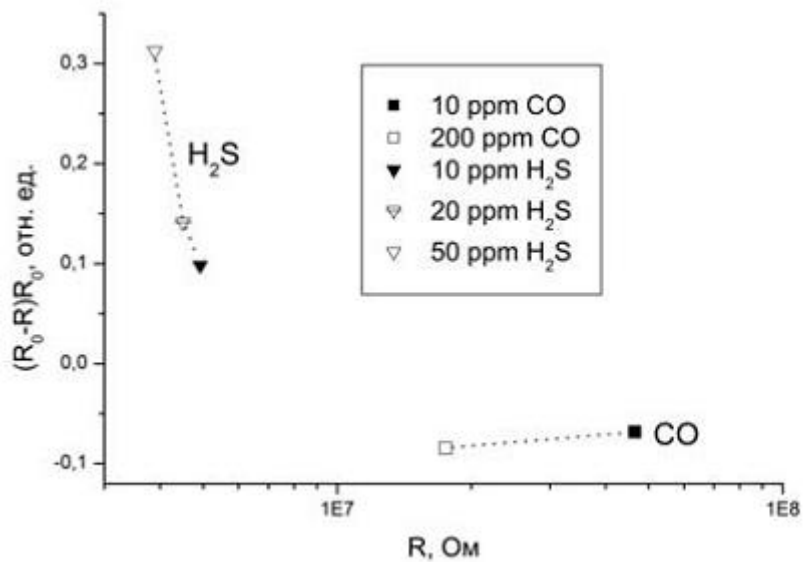


Рис. 4. Зависимости относительного изменения сопротивления сенсора в цикле измерений от абсолютного значения сопротивления

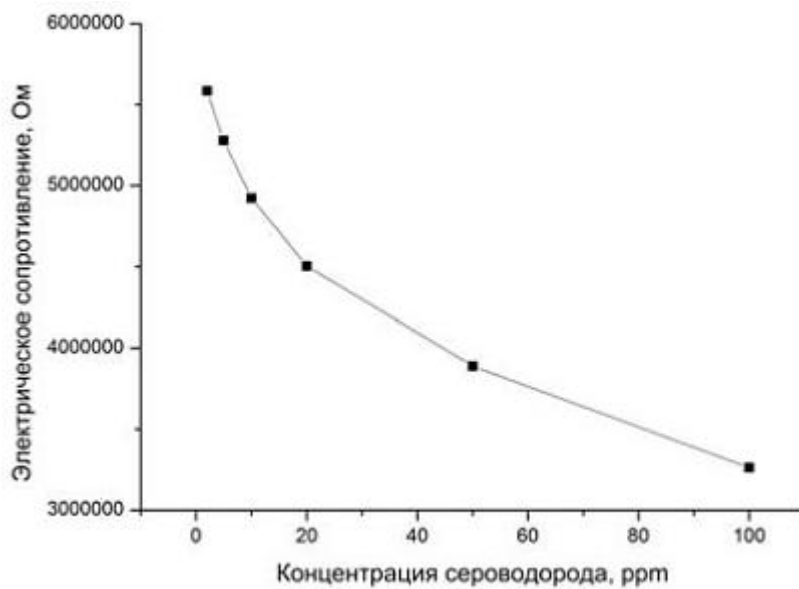


Рис. 5. Градуировочная кривая определения сероводорода в воздухе

**7.1.2.** *Исследование строения, селективности и транспортных свойств природных и синтетических ионообменных материалов и использование их при водоподготовке и других технологических процессах*

**Исполнители:** профессор Котов В.В., доц. Перегончая О.В.

Проводилась работа по установлению особенностей влияния сорбции пектина на состояние поверхности анионообменных мембран МА-40 и МА-41 при электродиализе пектинсодержащих растворов. Состояние поверхности исходных и сорбированных пектин мембран исследовали методом сканирующей силовой микроскопии.

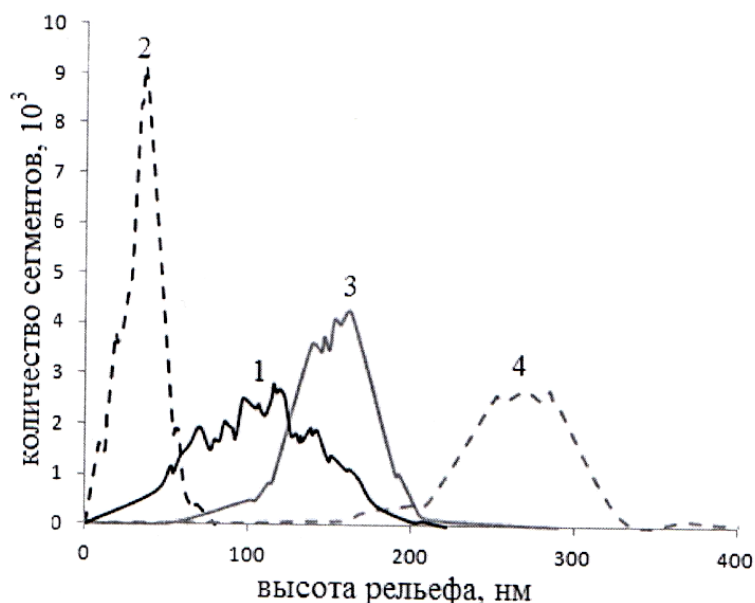


Рис. 1 Гистограммы распределения значений высот поверхностей мембран. Мембраны: МА-40 исходная (1) и сорбированная пектин (2), МА-41 исходная (3) и сорбированная пектин (4).

Установлено, что сорбция пектина мембранами приводит к изменению однородности их поверхности (рис.1). Мембрана МА-40 имеет более гидрофильную ионообменную матрицу, содержащую вторичные и третичные атомы азота. Поэтому она проявляет повышенное сродство к молекулам пектина, что приводит к формированию более однородной поверхности в процессе сорбции. Сорбция же пектина на менее гидрофильной мембране МА-41, содержащей четвертичные атомы азота, наоборот, уменьшает однородность поверхности. Таким образом, наблюдаемые изменения состояния поверхности анионообменных мембран МА-40 и МА-41 после сорбции пектина связаны с их разной химической природой.

**Вопрос:** *Идентификация и количественное определение мочевой кислоты и ее солей в биологических системах.*

**Исполнители:** К.х.н. доц. Соколова С.А., к.х.н. доц. Дьяконова О.В.

Так же проводились работы по исследованию сорбционных свойств высокомолекулярных соединений по отношению к жирным кислотам. На поверхностях пьезоэлектрических сенсоров с использованием ароматических соединений (сополимеров РД и ДФО) методом нековалентного импринтинга

были получены полиимиды с молекулярными отпечатками пальмитиновой и олеиновой кислот. Методом прямого потенциометрического титрования определены их основные физико-химические характеристики: обменная емкость и степень имидизации.

Проведен анализ модельных растворов жирных кислот в диапазоне концентраций: для олеиновой кислоты 0.16-0.86 г/дм<sup>3</sup>; для пальмитиновой кислоты 0.14-0.34г/дм<sup>3</sup>. Рассчитаны импринтинг-фактор и коэффициент селективности определяемой кислоты по отношению к родственным соединениям.

С помощью сканирующей силовой микроскопии проанализирована морфология поверхности исследуемых полиимидов. Пьезоэлектрические сенсоры, модифицированные ПМО, апробированы при анализе растительных масел.

Работа выполнена совместно с кафедрой агрохимии ВГАУ и кафедрой аналитической химии ВГУ.

### **7.1.3. Создание новых сорбентов для очистки воды**

**Исполнители:** профессор Котов В.В., ст.преп. Данилова Г.Н. асп. Горелова Е.И.

В 2016 году проводилась работа по определению удельной поверхности ряда композитов, полученных на основе активированного угля, диоксида кремния, серебра и синтетического коалина (БАКС-001, БАКС-002, БАКС-003). Методом адсорбции бутанола на композитах была определена их удельная поверхность составляющая соответственно 938, 954, 1008 м<sup>2</sup>/г. Рассмотрен механизм сорбции бутанола и показано увеличение вклада диполь-дипольных взаимодействий сорбент-сорбат в ряду БАКС-001<БАКС-002<БАКС-003. Установлено повышение катионообменных свойств в данном ряду сорбентов. Максимальная обменная емкость по ионам Железа (+3) (2,14 ммоль/г) имеет место у композита БАКС-003, полученного путем предварительной обработки активированного угля концентрированной серной кислотой.

При исследовании изотерм сорбции бутанола на исследуемых сорбентах было установлено, что общей закономерностью для всех композитов является двухступенчатый характер изотерм сорбции с четко выраженным разделением ступеней. Однако высота этих ступеней неодинакова, что исключает механизм двойной сорбции. По-видимому, данных характер кривых указывает на наличие в структуре сорбентов двух частей, различных по степени дисперсности. Первая ступень изотермы соответствует заполнению активных центров в более доступных местах, а вторая в менее доступных местах.

**2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НИР ЗА 2016 г.** (формы прилагаются)

**3. УЧАСТИЕ КАФЕДРЫ В ВЫПОЛНЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОТРАСЛЕВЫХ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОГРАММ В 2016 г.**

**4, 5. ВНЕДРЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В 2016г.**

нет



## **6. УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКАХ В 2016г.**

Сотрудники кафедры зав. лаб. Горелов И.С., ассистент Данилова Г.Н. и аспирант Горелова Е.И. приняли участие в выставках «Воронеж Build 2016», «Всероссийская агропромышленная выставка Москва 2016» представив на них бытовую и промышленный фильтры для очистки воды.

## **7. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

На кафедре работает студенческий научно-исследовательский химический кружок, на заседаниях которого под руководством преподавателей кафедры студентами проводились научно-исследовательские работы, сделаны реферативные и научно-исследовательские доклады, лучшие из которых были представлены на научных студенческих конференциях.

Доклады на химическом кружке:

1. «Роль окислительно-восстановительных реакций в жизнедеятельности живых организмов». Выполнила студентка 1 курса 6б группы Турсенбаева В.С. под руководством доц. Перегончей О.В.

2. «Явление осмоса и его биологическое значение». Выполнила студентка 1 курса 7а группы Колосенко П.П. под руководством доц. Перегончей О.В.

Доклады на LXVII научной студенческой конференции ВГАУ:

1. «Биологическая роль селена». Выполнила студентка 1 курса 6а группы Валеева Д.И. под руководством доц. каф. химии *Перегончей О.В.*, доц. каф. анатомии и хирургии *Курдюкова А.А.*

2. «Использование отходов производств для создания компостных смесей». Выполнила студентка 1 курса 7а группы *Курапова Т.В.* под руководством доц. каф. химии *Перегончей О.В.*, доц. каф. агрохимии и почвоведения *Крутских Л.П.*

3. Баркалова Л.Ю. (студентка АА – 4 курс). Определение степени имидизации и обменной емкости в молекулярно-импринтированных полимерах на основе РД и ДФО. Руководители: доценты каф. химии Соколова С.А., Дьяконова О.В.

4. Жданова Е.В. (студентка ФВМТЖ – 1 курс). Метаболизм мочевой кислоты при заболевании мочекислым диатезом у сельскохозяйственной птицы в условиях промышленного птицеводства. Руководители: доценты каф. химии Дьяконова О.В., Соколова С.А., доцент каф. анатомии и хирургии Курдюков А.А.

## **8. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ЗАКОНЧЕННЫХ НИР В 2016г.**

нет

## **9. ПРОПАГАНДА НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ**

### **ДОКЛАДЫ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ И СЕМИНАРАХ**

1. Котов В.В. Структура и сорбционные способности углеродосиликатных композитов / Котов В.В., Горелов Е.И., Данилова Г.Н., Горелов И.С. / материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 120-летию со дня рождения С.Е. Харина "Физическая и коллоидная химия - основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности" октябрь, 2016. Воронеж. с 345-350.

2. Исследование процессов, протекающих при термолизе мяса виноградной улитки «helixromatia» Глотова И.А., Перегончая О.В., Кусакина О.С., Синяева Л.А. В сборнике: теоретические и практические вопросы интеграции химической науки, технологии и образования Материалы конференции. «Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "теоретические и практические вопросы интеграции химической науки, технологии и образования" Улан-Удэ, 20 апреля 2016 г Научный редактор Б.Б.Танганов. 2016. С. 40-45

3. Глотова И. А. Исследование термолиза мяса виноградной улитки «Helixromatia» методами ИК-спектроскопии и термического анализа / Глотова И.А., Кусакина О.С., Перегончая О.В., Синяева Л.А. // Матер. IV Междунар. научно-практической конф. «Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности:». – Воронеж, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 68-74.

4. Соколова С.А. Физические принципы и возможности импульсного ЯМР в исследовании структуры и состояния сорбатов в природных и синтетических высокомолекулярных соединениях / С.А. Соколова // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2016. – Т.16. – № 1.– С.66 – 77.

5. Кривоносова И.А. Определение жирных кислот в составе триацилглицеринов растительных масел с использованием пьезоэлектрических сенсоров / И.А. Кривоносова, О.В. Дуванова, А.Н. Зяблов, С.А. Соколова, О.В. Дьяконова // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности. Материалы IV Международной научно-практической конференции факультета технологии и товароведения, 17-18 мая 2016г. – Воронеж: ВГАУ, 2016. – С.74–80.

6. Дуванова О.В. Физико-химические свойства и морфология поверхности поли-имидов с молекулярными отпечатками пальмитиновой кислоты/ О. В. Дуванова, С.А. Соколова, О.В. Дьяконова, А.Н. Зяблов, В.Ф. Селеменев, О.А. Козадеров //Сорбционные и хроматографические процессы. – 2016. – Т.16. – № 5.– С.610 – 615.

7. Металлоксидные газовые сенсоры на основе диоксида олова для определения сероводорода Чегерёва К.Л., Шапошник А.В., Сизаск Е.А., Звягин А.А., Назаренко И.Н., Рябцев С.В. В сборнике: «Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяйственной продукции материалы I-й международной конференции по ветеринарно-санитарной

экспертизе. Воронежский государственный аграрный университет; Редколлегия: А.В. Аристов, П.А. Паршин, А.В. Востроилов, И.А. Глотова, Д.А. Саврасов, О.М. Мармурова, С.Н. Семенов, И.Д. Шелякин. 2015. С. 404.

8. Рябцев С.В., Шапошник А.В., Самойлов А.М., Кущев С.Б., Синельников А.А., Солдатенко С.А. Синтез тонких пленок оксида палладия для газовых сенсоров. Материалы XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии в 5 томах. Т.4. – Екатеринбург : УрО РАН, 2016, С. 317.

9. A. Samoylov, S. Ryabtsev, A. Shaposhnik, S. Soldatenko, V. Ievlev, Palladium Oxide Thin Films for Oxidizing Gases Detecting. The 16th International Meeting on Chemical Sensors. July, 2016, Jedu Island, Korea. P.98.

10. Кривоносова И.А. Определение пальмитиновой и олеиновой кислот в составе триацилглицеринов растительных масел с использованием пьезоэлектрических сенсоров, модифицированных полимерами с молекулярными отпечатками / И.А. Кривоносова, О.В. Дуванова, С.А. Соколова, О.В. Дьяконова, А.Н. Зяблов // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2016.– № 1 (6). – С.73 – 78.

### **ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ**

1. В.Ф. Селеменев, Е.В. Ланцузская, А.В. Крисилова, Г.Ю. Орос, Л.Ф. Науменко, Г.Ю. Харченко. Сорбция пищевых кислот полифункциональным анионообменником / **Вестник ВГУ**, серия: химия, биология, фармация 2015, №3, с. 37-36

2. Котов В.В. Удельная поверхность и сорбционные свойства композитов для очистки воды / Котов В.В., Горелов Е.И., Горелов И.С., Данилова Г.Н. // **Сорбционные и хроматографические процессы**. 2016. Т.16. №4. с515-519.

3. Состояние поверхности анионообменных мембран МА-40 и МА-41, сорбирующих пектин Котов В.В., Гречкина М.В., Перегончая О.В., Зяблов А.Н. **Сорбционные и хроматографические процессы**. 2016. Т. 16. № 1. С. 118-122.

4. Рябцев С.В., Шапошник А.В., Самойлов А.М., Синельников А.А., Солдатенко С.А., Кущев С.Б., Иевлев В.М. Тонкие пленки оксида палладия для газовых сенсоров. **Докл АН, Физическая химия**, 2016. – Т. 470, № 5. С. 550 – 553.

5. Рябцев С.В., Шапошник А.В. «Полупроводниковые сенсоры на основе диоксида олова для определения сероводорода и аммиака» **вестник ВГАУ** Издательство: (Воронеж) №4-2 (47) Год: 2015 Страницы: 117-121

6. «Физические принципы и возможности импульсного ямр в исследовании структуры и состояния сорбатов в природных и синтетических высокомолекулярных соединениях» Соколова С.А. **Сорбционные и хроматографические процессы**. 2016. Т. 16. № 1. С. 66-77.

7. Дуванова О. В. Физико-химические свойства и морфология поверхности полиимидов с молекулярными отпечатками пальмитиновой кислоты / О.В. Дуванова, С.А. Соколова, О.В. Дьяконова, А. Н. Зяблов, В.Ф. Селеменев, О.А. Козадеров // **Сорбционные и хроматографические процессы**. – 2016. – Т.16. – № 5.– С.610 – 615.

8. Селективное определение сероводорода единичным полупроводниковым сенсором в условиях нестационарного протока исследуемой среды Шапошник А.В., Звягин А.А., Сизаск Е.А., Чегерева К.Л. **Сорбционные и хроматографические процессы** 2016 Т.16. №6. 280-284с.

## **10. ОКАЗАНИЕ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ**

нет

### **РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ГРАНТАМ В 2016 ГОДУ:**

По гранту РНФ «Синтез, процессы электропереноса, поверхностные свойства и реакционная способность модифицированных наногетерогенных материалов на основе полупроводниковых оксидов различной морфологической организации» Шапошник А.В. получил в 2016 году 160 тысяч рублей.

Суммарное финансирование за 2016 год составило 160 тысяч рублей.

### **ИЗДАННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ И МОНОГРАФИИ:**

1. Химия жиров. Лабораторный практикум /Перегончая О.В., Фролова В.В., Котов В.В., Данилова Г.Н. - Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2016. – 105с (6,6 п.л.).

2. Неорганическая химия: лабораторный практикум / Дьяконова О.В., Науменко Л.Ф., Соколова С.А., Перегончая О.В., Ткаченко С.В. - Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 150с (9,37 п.л.).

3. Фролова В.В. Органическая химия. Учебное пособие для бакалавров агрономических факультетов сельскохозяйственных вузов / В.В. Фролова, О.В. Дьяконова // Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 235с.

**Защищены диссертации – нет.**

Отчет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры химии ВГАУ  
28 октября 2016 г., протокол № 3.

*Зав. кафедрой химии, проф., д.х.н.*



А.В.Шапошник