#### Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

# Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

# ОТЧЕТ

по научно – исследовательской работе за 2015 г.

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

Раздел 7.5. Разработка методов экологического мониторинга окружающей среды, методов очистки вод и природных объектов от примесей

Исполнители: кафедра химии

**ВОРОНЕЖ 2015** 

# Содержание

1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	. 3
Подразделы 7.5.1-7.5.2.	. 3
Подраздел 7.5.3	. 7
Подраздел 7.5.4	15
2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НИР ЗА 2015 г. (формы прилагаются)	16
3. УЧАСТИЕ КАФЕДРЫ В ВЫПОЛНЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ	16
ОТРАСЛЕВЫХ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОГРАММ В 2015 г	16
4, 5. ВНЕДРЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В 2015г.	
6. УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКАХ В 2015г.	
7. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ	16
8. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ЗАКОНЧЕННЫХ НИР В 2015г	16
9. ПРОПАГАНДА НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ	
ДОКЛАДЫ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ И СЕМИНАРАХ	17
ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ	
10. ОКАЗАНИЕ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ	
РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ГРАНТАМ В 2015 ГОДУ:	
ИЗДАННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ И МОНОГРАФИИ:	
ЗАЩИЩЕНЫ ДИССЕРТАЦИИ:	19

# 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

## Подразделы 7.5.1-7.5.2.

Создание химических газовых сенсоров и приборов на их основе для определения в атмосфере токсичных и взрывоопасных веществ, а также для распознавания запахов сложных объектов. Синтез и свойства наноматериалов с оптимизированными функциональными свойствами.

**Вопросы**: Определение в воздухе карбонильных соединений и производных аммиака с помощью химических сенсоров. Синтез и свойства наноматериалов с оптимизированными функциональными свойствами.

*Исполнители:* профессор Шапошник А. В., доцент Звягин А.А., аспиранты: Сизаск Е. А., Чигерева К.С.

В 2015 году была продолжена работа по созданию новых типов полупроводниковых сенсоров и многоканальной лабораторной установки.

Одно из направлений работы — сравнительное исследование свойств сенсоров на основе квази-0-мерных и квази-1-мерных наночастиц диоксида олова. Изготовление чувствительного слоя первого типа основано на синтезе так называемых «квантовых точек», то есть нанопорошка с размером частиц 4-6 нм (рис. 1).

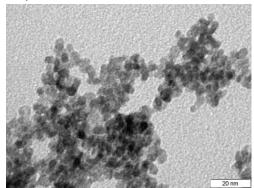


Рис. 1 — Снимок квази-0-мерных наночастиц диоксида олова, выполненный на просвечивающем электронном микроскопе.

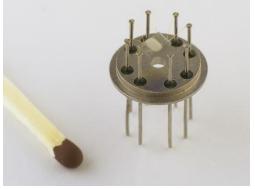
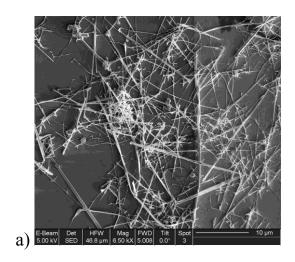


Рис. 2 — Внешний вид сенсора на основе диоксида олова, полученого золь-гель методом.

В дальнейшем на основе сферических наночастиц диоксида олова изготавливается специальная паста, которая наносится на диэлектрическую подложку с платиновыми электродами. В процессе спекания пасты при температуре 750 °C получается высокодисперсный материал с удельной поверхностью примерно 100 м²/г. В этом случае неупорядоченная дисперсная фаза (золь) превращается в упорядоченную (хрупкий гель), поэтому процесс изготовления газочувствительного слоя называется золь-гель методом (рис. 2).

Второй способ изготовления сенсорных устройств основан на синтезе нанонитей диоксида олова – квази-1-мерных наночастиц (рис. 3,4). Этот синтез выполнялся в ВГУ а рамках совместной работы.



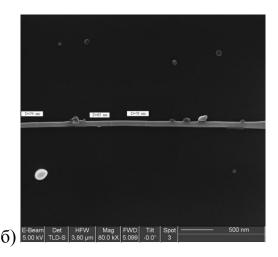


Рис. 3 Снимок, выполненный на сканирующем электронном микроскопе: а) квази-1-мерных наночастиц диоксида олова, б) одной нанонити диоксида олова.

Сравнительный анализ высокодисперсного материала проводился методом рентгеновской дифракции (рис. 5). Анализ показал высокую упорядоченность структуры нанонитей, характерную для монокристаллических материалов (высокие узкие пики) и низкую упорядоченность структуры квантовых точек (низкие размытые пики).

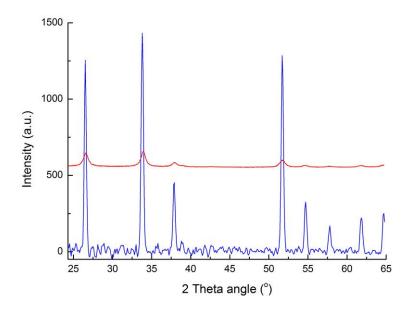
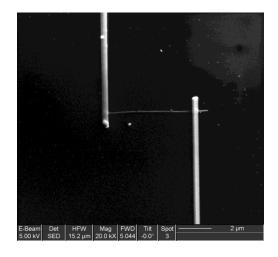


Рис. 5 Спектр рентгеновской дифракции нанопорошка диоксида олова (красная линия) и нанонитей диоксида олова (синяя линия)

Сенсорное устройство на основе единичной нанонити было изготавливлено в Каталонском институте энергетических исследований (Барселона, Испания) в результате совместной работы по гранту 7 Рамочной программы Россия-ЕС с помощью метода FIB (фокусированный ионный пучок). К нанонити, находящейся на диэлектрической подложке, были подведены платиновые электроды (рис. 6).



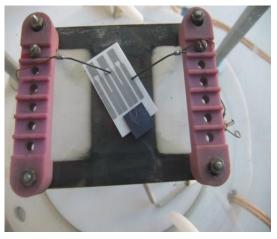


Рис. 6 — Снимок единичной нанонити диоксида олова с подведенными к ней платиновыми электродами

Рис. 7 — Внешний вид сенсорного устройства на основе единичной нанонити

Платиновые электроды устройства ведут к специальным платиновым площадкам, к которым припаивались тонкие платиновые проволоки, соединяющие эти площадки с платиновыми макроэлектродами (рис. 7).

Были проведены сравнение откликов полученных сенсорных устройств по отношению к аммиаку (рис. 8).

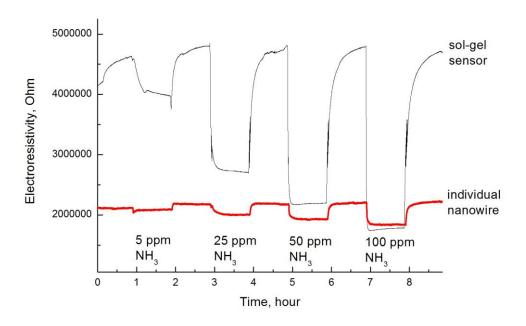


Рис. 8 — Электрическое сопротивление сенсорных устройств в воздухе и при различных концентрациях аммиака

Атмосфера в газовой камере менялась по следующей схеме: воздух, 5 ррт аммиака (0,0005 объемных процентов), воздух, 25 ррт аммиака, воздух, 50 ррт аммиака, воздух, 100 ррт аммиака, воздух. Отклик, то есть изменение электрического сопротивления устройства, был существенно выше в случае сенсора, изготовленного золь-гель методом. Зависимость отклика сенсора от

концентрации аммиака, найденная как относительная разность электрических сопротивлений в воздухе и в исследуемых средах, показана на рис. 9.

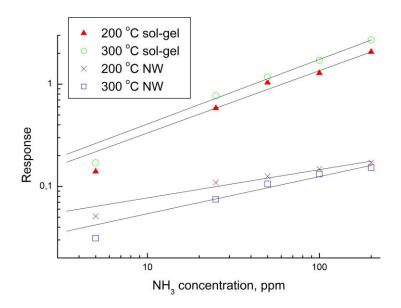


Рис. 9 — Зависимость отклика сенсорных устройств от концентрации аммиака.

При анализе градуировочных кривых можно сделать вывод о большей чувствительности сенсоров, изготовленных золь-гель методом. Кроме того, больший наклон линии этих сенсоров свидетельствует о меньшей насыщаемости, о возможности проведения анализа не только при низких, но также при высоких концентрациях аналита.

Для создания аналитического прибора, предназначенного для диагностики состояния кетоза больных сахарным диабетом, необходимо было разработать электронную плату, предназначенную для управления температурой сенсора и измерения сопротивления газочувствительного слоя.

Плата управления и преобразования сигнала с газоаналитического сенсора имеет в своём составе три функционально различных блока. Это блок преобразования сигнала, ядром которого является логарифмический преобразователь AD8304, блок оцифровки сигнала (реализован на АЦП LTC2440) и передачи информации в центральный микропроцессор (реализован на программируемой логической интегральной схеме EPM570T100C5), а также блок регулировки температуры сенсора, представляющий собой мостовую поддерживающую температуру путём сравнения сопротивления нагревателя и эталонных подстроечных резисторов.

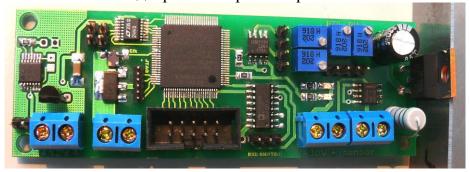


Рисунок 10 – Фотография электронного блока

На основе электронной платы был создан портативный приборацетонометр (рис. 11).



Рисунок 11 – Портативный прибор-ацетонометр, соединенный с компьютером

Были проведены клинические испытания прибора-ацетонометра Воронежской больнице «Электроника». Было показано, что состояние кетоза у сахарным диабетом наступает при концентрации ацетона воздухе 0,5ppm выше. Предел обнаружения выдыхаемом И полупроводникового сенсора при стационарном температурном режиме составляет примерно 1 ppm, таким образом он не может быть использован для диагностики состояния кетоза. Были подобраны нестационарные температурные режимы и составы газочувствительных слоев (диоксид олова с добавками палладия и платины), позволяющие снизить предел обнаружения сенсора до 0,1 ррт и решить поставленную задачу диагностики состояния кетоза.

*7.5.3*. Исследование Подраздел строения, селективности транспортных свойств природных ионообменных И синтетических материалов использование при И их водоподготовке других технологических процессах.

**Bonpoc**: Изучение мембранного переноса биологически активных дикарбонильных соединений и их гетероциклических аналогов.

Исполнитель: к.х.н., доц. Фролова В.В.

Продолжены исследования мембранной проницаемости биологически активных солей дигидрохинолина с различными заместителями при азоте. Использовались ранее разработанная методика с применением ультрафильтрационной ячейки. В качестве модельных применялись мембраны на основе лавсана с различным диаметром пор.

Анализ полученных данных показал, что проницаемость мембран увеличивалась с увеличением диаметра пор. Математическая обработка полученных результатов позволила установить логарифмический характер изучаемой зависимости, которая описывалась экспоненциальным уравнением. Проведен также корреляционный анализ проницаемости мембран с данными биологической активности исследованных солей на различных клонах тополей, полученных ранее.

**Bonpoc**: Исследование водосорбционных свойств синтетических и природных материалов.

*Исполнители:* к.х.н. доц. Науменко Л.Ф., к.х.н., доц. Ткаченко С.В.

массопереноса Исследованы особенности электромембранных системах, содержащих органические электролиты. При изучении переноса слабых органических кислот через ионоообменные мембраны выявлены гетерогенных мембран российского кинетические характеристики производства, определены миграционный, диффузионный Получены электроосмотический потоки. аналитические связывающие потоки слабого электролита и отношения потоков сильного и слабого электролитов с задаваемыми параметрами процесса электродиализа.

Исследованы физико-химические свойства ионообменных мембран в содержащих поверхностно-активные вещества гомологический ряд алкилсульфонатов. Выявлено определяющее влияние критической концентрации мицеллообразования (ККМ) на свойства мембран, большие органические ионы являются противоионами. которых Превышение ККМ ПАВ сопровождается значительной сверхэквивалентной сорбцией и резким снижением электропроводности, предельной плотности тока и чисел переноса противоионов в мембранах вплоть до обращения полярности. Показана возможность сохранения высокой электрохимической активности ионообменных мембран в растворах при концентрациях ПАВ ниже ККМ. Выявлен и интерпретирован потенциальный барьер для электромиграции в двухзарядных ионов по сравнению с однозарядными мембранах поверхностной сорбции ПАВ.

Исследованы процессы объёмного модифицирования ионообменных мембран путём насыщения ПАВ, растворимость которых является функцией рН, и поверхностного модифицирования полиэлектролитами. Исследован механизм взаимодействия органических электролитов с мембранами и состояние воды в мембранах. Показано, что при модифицировании имеет место гидрофобизация поверхности и объёма мембран. На основании изучения электропроводности мембран показаны структурные изменения в объёмно модифицированных мембранах и их отсутствие в мембранах, поверхностно модифицированных полиэлектролитами. При электромембранном разделении двухкомпонентных смесей выявлено повышение селективности модифицированных мембран к менее гидратированным в воде противоионам.

Маточные растворы лимоннокислого производства, содержащие цитрат натрия, подвергаются переработке с целью извлечения из них лимонной кислоты. Выделение последней из маточных растворов основано на

образовании малорастворимой соли — цитрата кальция. Осадок цитрата кальция должен содержать как можно меньше примесей, что имеет важное значение для последующей очистки растворов лимонной кислоты ионообменным методом.

Изучены условия отмывки осадка цитрата кальция, полученного из маточного раствора, разбавленного в соотношении 1:1. В качестве осадителей использовали хлорид кальция и гидроксид кальция. Условия осаждения цитрата кальция из маточных растворов с помощью указанных реагентов были изучены нами ранее. Полученную цитратную суспензию фильтровали с помощью фильтра Шотта при давлении 0,5 кгс/см². Время отделения фильтрата составляло 1, 2 и 3 минуты. После отделения фильтрата осадок цитрата кальция промывали горячей водой (90° C). Определяли оптическую плотность элюатов и содержание в них цитрат-ионов. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица 1

Номер	Оптическая плотность	Содержание цитрат-
фракции	элюатов, D	ионов в элюатах, г/л
1	1,00	6,40
2	0,18	4,22
3	0,06	1,67
4	0,00	0,89
5	0,00	0,82
6	0,00	0,82

Данные таблицы 1 показывают, что для отмывки осадка цитрата кальция достаточно трех объемов воды. При этом оптическая плотность элюатов снижается, что указывает на отсутствие в них красящих веществ. Содержание цитрат-ионов также уменьшается и достигает практически постоянной величины. Расчеты показали, что объем воды, затрачиваемый на отмывку цитрата кальция, не превышает ее расхода (10 м³/т), предусмотренного технологической инструкцией производства лимонной кислоты.

С целью объяснения установленного ранее факта обращения потоков массопереноса при первапорационном разделении водно-спиртовых смесей проведено квантово-химическое моделирование гидратных кластеров водаспирт. Расчеты проводились с помощью программы РС GAMESS. Энергия образования гидратных кластеров и энергия замещения молекулы воды вычислялись по соотношениям:

$$E_{1} = E[X_{n,m}] - (n \cdot E[ROH] + m \cdot E[H_{2}O])$$

$$E_{2} = (E[X_{n,m}] - E[ROH]) - (E[X_{n-1,m+1}] - E[H_{2}O])$$

где R — радикалы метил, этил или изопропил;  $X_{n,m}$ ,  $X_{n-1,m+1}$  — кластеры  $(ROH)_n(H_2O)_m$  и  $(ROH)_{n-1}(H_2O)_{m+1}$ ;  $E_1$  — энергия образования кластера  $(ROH)_n(H_2O)_m$  из одиночных изолированных молекул спирта и воды;  $E_2$  — энергия замещения молекулы воды на молекулу спирта в кластере

 $({\rm ROH})_{n-1}({\rm H_2O})_{m+1}; E[{\rm X}_{n,m}], \ E[{\rm X}_{n-1,m+1}]$  — полные энергии кластеров;  $E[{\rm ROH}],$   $E[{\rm H_2O}]$  — полные энергии одной изолированной молекулы спирта и воды.

Для гидратных комплексов этанола состава  $(CH_3CH_2OH)_1(H_2O)_m$ , где  $m=1,2,\ldots,11$ , установлено, что энергия их образования весьма незначительно отличается от энергии образования кластеров воды  $(H_2O)_n$  с тем же общим числом молекул n=m+1. Соответственно, энергия замещения молекулы воды в кластере  $(H_2O)_{m+1}$  на молекулу спирта проявляет лишь небольшие колебания относительно нулевого значения (рис. 13).

Численный эксперимент с модельным кластером  $(H_2O)_6$ , имеющим вид тригональной призмы (рис. 14, a), заключался в последовательном замещении одной из молекул воды на молекулу спирта (рис. 14,  $\delta$ ) и анализе изменения энергий  $E_1$  и  $E_2$ . При замещении первых трех молекул воды наблюдался лишь незначительный рост полной энергии кластера. Замещение четырех и более молекул воды сопровождалось ускоренным ростом полной энергии кластера, то есть уменьшением его устойчивости. В результате на графиках зависимости энергии образования кластера от числа молекул спирта в кластере наблюдается характерный излом при n=3 (рис. 15, a). Зависимость энергии замещения молекулы воды на молекулу спирта имеет ярко выраженный "скачок" при том же значении n (рис. 15,  $\delta$ ).

На графиках зависимостей  $E_1$  и  $E_2$  от массовой доли спирта точка излома находится при  $\omega(\text{ROH}) = 64,01\%$  для метанола, 71,89% для этанола и 76,94% для пропанола-2 (рис. 16), согласуется с экспериментальными данными по массопереносу через газоразделительные мембраны.

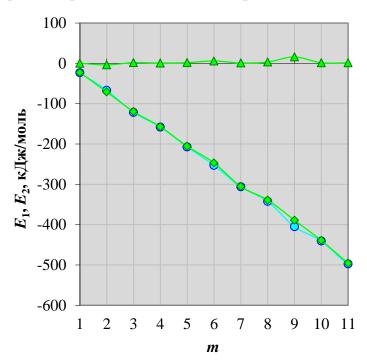


Рис. 13. Энергии  $E_1[(\mathrm{CH_3CH_2OH})_1(\mathrm{H_2O})_m]$  (•),  $E_1[(\mathrm{H_2O})_{m+1}]$  (•),  $E_2$  (•)

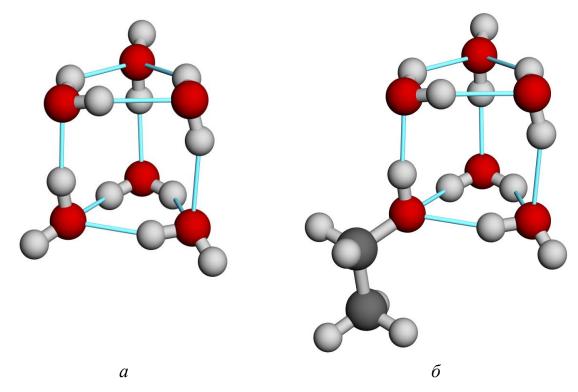


Рис. 14. Модельные кластеры  $(H_2O)_6$  (a) и  $(CH_3CH_2OH)_1(H_2O)_5$   $(\delta)$ 

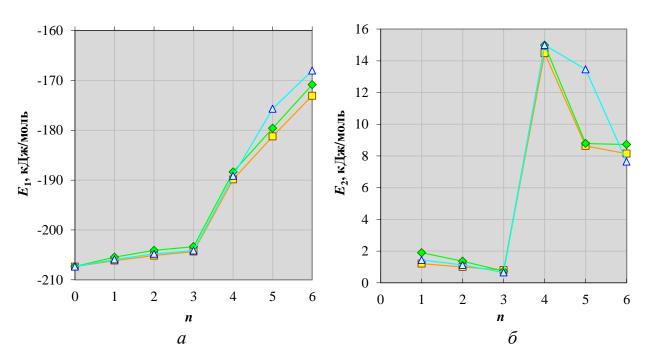


Рис. 15. Зависимости  $E_1(a)$  и  $E_2(\delta)$  от n для кластеров  $(\mathrm{ROH})_n(\mathrm{H_2O})_{6-n}$ , где  $\mathrm{ROH}$  — метанол ( $\blacksquare$ ), этанол ( $\spadesuit$ ), пропанол-2 ( $\vartriangle$ )

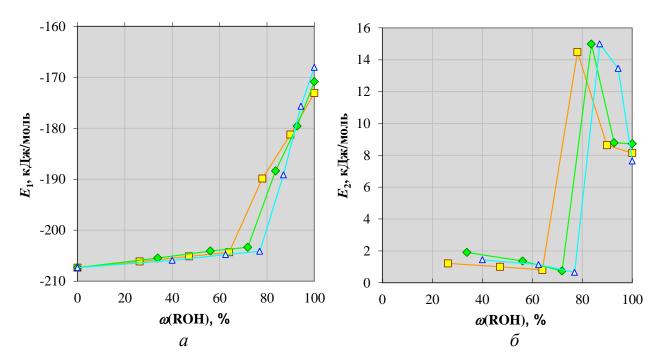


Рис. 16. Зависимости  $E_1(a)$  и  $E_2(\delta)$  от  $\omega(\text{ROH})$  для кластеров  $(\text{ROH})_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}$ , где ROH – метанол ( $\blacksquare$ ), этанол ( $\spadesuit$ ), пропанол-2 ( $\Delta$ )

Полученные результаты показывают, что существует значимая и достоверная взаимосвязь между устойчивостью кластеров  $(ROH)_n(H_2O)_m$  и динамикой массопереноса через мембрану компонентов водно-спиртовых смесей при их первапорационном разделении.

**Bonpoc**: Исследование сорбции тяжелых металлов и фульвокислот на синтетических силикатсодержащих сорбентах.

*Исполнители:* д.х.н., проф. Котов В.В., ас. Данилова Г.Н., асп. Горелова Е.И., зав.лаб. Горелов И.С.

С целью определения содержания хромат-ионов в водных растворах разработан и изготовлен хром (VI)-селективный электрод. Изготовлена важная часть электрода — химически и механически устойчивая ионоселективная мембрана. В состав мембраны входят: электродоактивные компоненты —хромат железа (III), гидроксид железа (III) и инертный наполнитель — диоксид кремния. Связующим материалом является эпоксидная смола.

Мембрану ионоселективного электрода синтезировали, используя следующее соотношение компонентов в масс. % :

Хромат железа (III) -4,5-5,0

Гидроксид железа (III) - 15,0

Диоксид кремния – 10,0

Эпоксидная смола с отвердителем -70,0-70,5.

В таблице 2 приведены результаты калибровки полученного хромселективного электрода.

E, mB	225	286	317	348	378	407
$C(CrO_4^{2-})$	1.10-1	1.10-2	$1.10^{-3}$	1.10-4	1.10-5	1.10-6
моль/л						
p CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1	2	3	4	5	6

В результате лабораторных исследований выявлены:

- 1. Высокая химическая устойчивость ионоселективной мембраны в различных средах (рН в интервале 7 13,5) и органических растворителях (ацетоне, этаноле и бензоле).
- 2. Высокая селективность к хромат-ионам в присутствии хлорид-, сульфат-, нитрат- и ортофосфат- анионов.

Это дает возможность определять содержание хромат-ионов в технической воде с повышенным рН.

Химическая характеристика почв имеет особое значение в решении практически любых проблем почвоведения, агрохимии, мелиорации. Изменение их свойств в процессе естественного развития, с/х использования, мелиорации, антропогенного загрязнения делает необходимым контроль химического состояния почв и прогноз его изменения, основу которых составляют результаты химических анализов.

Современная химия почв призвана решать задачи, связанные с происхождением, свойствами и использованием почв. Химия почвы — это раздел почвоведения, изучающий химические основы почвообразования и плодородия почв. Основой для решения этих вопросов служит исследование состава, свойств почв и протекающих в почвах процессов на ионномолекулярном и нанодисперсном уровнях.

Систематизация методов исследования и обобщенный теоретический материал по химии почв опубликованы в монографии «Химия почв», изданном авторами в издательстве «Palmarium Academic Publishing», Germany. В пособии представлены те методы исследования почв, которые приняты в науке и широко используются в учебном процессе, а также в практике исследовательской работы.

**Bonpoc**: Исследование структуры и физико-химических свойств пленкообразующих полимеров.

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

Разработана методика получения полимеров c молекулярными отпечатками (ПМО) олеиновой и пальмитиновой кислот на основе полиимидов ПАК, РД, ДФО. Методами ИК-спектроскопии и электронной микроскопии исследованы функциональный и элементный составы полученных полимеров. С помощью сканирующей силовой микроскопии проанализирована морфология поверхности полимеров. Определение содержания олеиновой и пальмитиновой кислот в модельных растворах и в подсолнечном масле проведено с помощью модифицированных пьезоэлектрических сенсоров, ПМО. Правильность определения кислот проверена с использованием хромато-масс-спектрометрии по методике «введено – найдено» (таблицы 3, 4).

Таблица 3. Метрологические характеристики определения жирных кислот модифицированными пьезоэлектрическими сенсорами

Сенсор	Аналит	Диапазон определяемых конц., мг/мл	Cmin, мг/мл	Внутрилабораторная прецизионность, $\sigma_{Rl}$			

ПМО <sub>ПАК</sub> -Oleic	Олеиновая кислота	0,20-0,03	0,02	0,06
ПМО <sub>ПАК</sub> -Palmitic	Пальмитиновая кислота	0,18-0,03	0,02	0,03
ПМО <sub>РД</sub> -Oleic	Олеиновая кислота	0,20-0,03	0,02	0,03
ПМО <sub>РД</sub> -Palmitic	Пальмитиновая кислота	0,18-0,03	0,02	0,05
ПМО <sub>ДФО</sub> -Oleic	Олеиновая кислота	0,20-0,03	0,02	0,06
ПМО <sub>ДФО</sub> -Palmitic	Пальмитиновая кислота	0,18-0,03	0,02	0,04

Таблица 4. Определение концентрации жирных кислот

тиолици ч. Определение концентриции жирных киелот									
	С, м	иг/мл	$S_r$ ,	С, мг/мл		$S_{r}$ , $C$ ,		мг/мл	S <sub>r</sub> ,
Аналит	Введено	Найдено	%	Введено	Найдено	%	Введено	Найдено	%
	Сенсор с	: ПМОпак-	Oleic	Сенсор	с ПМОрд-О	Oleic	Сенсор	е ПМОдФО-0	Oleic
01.	0,20	$0,20\pm0,02$	1,0	0,20	$0,22\pm0,02$	10,0	0,20	0,24±0,06	20,0
Oleic acid	0,17	$0,18\pm0,02$	7,0	0,17	$0,19\pm0,02$	13,0	0,17	$0,17\pm0,02$	2,0
aciu	0,14	$0,14\pm0,02$	2,0	0,14	$0,11\pm0,01$	22,0	0,14	$0,16\pm0,02$	13,0
Масло	0,17*	$0,16\pm0,14$	3,0	0,17*	$0,09\pm0,03$	47,0	0,17*	$0,08\pm0,10$	52,0
	Сенсор с	е ПМОпак-	Сенсор	с ПМОрд-І	Palm	Сенсор	е ПМОдФО-1	Palm	
	0,20	0,18±0,01	2,0	0,20	$0,27\pm0,07$	48,0	0,20	$0,18\pm0,09$	3,0
Palmitic acid	0,15	$0,16\pm0,02$	7,0	0,15	$0,13\pm0,04$	11,0	0,15	$0,18\pm0,04$	17,0
acid	0,13	0,13±0,02	2,0	0,13	$0,13\pm0,04$	2,0	0,13	0,11±0,03	19,0
Масло	0,20*	0,19±0,04	3,0	0,20*	0,10±0,15	48,0	0,20*	0,03±0,004	83,0

<sup>\*</sup> концентрация определена на хромато-масс-спектрометрическом комплексе Работа выполнена совместно с кафедрой аналитической химии ВГУ.

В многолетнем стационарном опыте кафедры агрохимии, заложенном в 1986 г на черноземе выщелоченном, получены данные по влиянию удобрений и дефеката на урожайность и сертификационные качества зерна озимой пшеницы. Стационарный опыт представляет собой шестипольный севооборот со следующим чередованием культур: пар, озимая пшеница, сахарная свекла, вика-овес, озимая пшеница и ячмень. Исследования показали, что многолетнее применение удобрений в севообороте не только повысило урожайность зерна озимой пшеницы, но и улучшило качество зерна. Наиболее качественное зерно получено при внесении одинарной дозы NPK, что соответствует 2 классу качества озимой пшеницы и на такое зерно может быть выдан сертификат соответствия.

Работа выполнена совместно с кафедрой агрохимии ВГАУ.

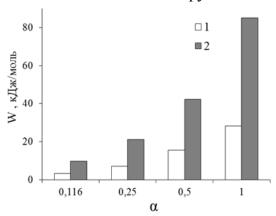
# <u>Подраздел 7.5.4.</u> Выделение, исследование состава и селективности растительных экстрактов и пектиновых веществ с использованием новых сорбционных и мембранных методов.

**Bonpoc**: Исследование процесса электромембранного получения высокоочищенного пектина и его коллоидно-химических свойств.

*Исполнители:* д.х.н., проф. Котов В.В., к.х.н., доц. Перегончая О.В.

Одним природных полиэлектролитов является ИЗ пектин карбоксилсодержащий полисахарид, в основе строения молекул которого лежат полигалактуроновой кислоты метоксилированными c частично карбоксильными Ранее сорбированный группами. нами показано, ЧТО поверхностью анионообменных мембран МА-40 яблочный пектин при электродиализе сульфат-хлоридных способствует растворов перераспределению потоков через мембрану противоионов однозарядных хлорид-ионов относительно двухзарядных сульфат-ионов. Представляет интерес оценить величину потенциального барьера, вызывающего этот эффект.

Предложена модель перехода разнозарядных противоионов через заряженную поверхность ионообменной мембраны, сорбировавщей полиэлектролит. На рис. 12 показаны результаты расчета потенциальных барьеров при различных степенях ионизации функциональных групп пектина.



**Рисунок 12**. Потенциальные барьеры при переходе одно- (1) и двухзарядных (2) противоионов через границу раздела раствор — мембрана.  $\alpha$  — степень ионизации карбоксильных групп пектина.

Данные расчета показывают, что при снижении степени ионизации карбоксильных групп пектина потенциальные барьеры, а также их разница для двух- и однозарядных ионов снижается, что позволяет предположить минимальную зарядовую селективность сорбировавшей пектин мембраны в кислой среде и максимальную в щелочной, при полной ионизации карбоксильных групп.

На примере системы «анионообменная мембрана MA-40 – пектин – при электродиализе смеси сульфатов И хлоридов» раствор предложенной модели. Установлено, что с адекватность кислотности среды отношение чисел переноса сульфат / хлорид снижается. В щелочной среде, содержащей пектат, происходит обращение селективности в пользу однозарядного противоиона. Это связано с повышением плотности отрицательного заряда поверхности, создаваемой сорбированным пектатом, и качественно соответствует представлениям предложенной модели переноса. Наиболее высокий потенциальный барьер характерен для случая, когда карбоксильные группы пектина полностью депротонированы. Таким образом, поверхности анионообменной при сорбции пектина на мембраны контролирующей электромембранного стадией процесса разделения разнозарядных является переход одноименно зяряженной ионов противоионом границы раздела раствор – мембрана.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НИР ЗА 2015 г. (формы прилагаются)

## 3. УЧАСТИЕ КАФЕДРЫ В ВЫПОЛНЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОТРАСЛЕВЫХ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ ПРОГРАММ В 2015 г.

нет

#### 4, 5. ВНЕДРЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В 2015г.

нет

#### 6. УЧАСТИЕ В ВЫСТАВКАХ В 2015г.

Сотрудники кафедры зав. лаб. Горелов И.С., ассистент Данилова Г.Н. и аспирант Горелова Е.И. приняли участие в выставках «Воронеж -агро-2015», «Территория вкуса 2015», «Воронеж Build 2015», «Строительство. Современный опыт 2015», «Гоод Ехро 2015», «форум Вreakpoint 2015», «форум стартапов Harvest 2015», «здоровый Воронеж 2015», «Передовые технологии 2015», представив на них бытовой 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.

По результатам научно-исследовательской работы студентов подготовлены публикации (библиографическое описание публикаций приводится ниже, в списке печатных работ).

#### 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ ЗАКОНЧЕННЫХ НИР В 2015г.

нет

# 9. ПРОПАГАНДА НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ДОКЛАДЫ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ И СЕМИНАРАХ

VI Всерос. конф. «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах» (ФАГРАН-2015). Воронеж

1. Шапошник А.В. Синтез газочувствительных материалов для селективного определения аммиака А.В. Шапошник, А.А. Звягин, Е.А. Сизаск, С.В. Рябцев

# Всероссийская конф. "Теория и практика хроматографии" памяти проф. М.С. Вигдергауза

- 1. Ланцузская Е.В., Орос Г.Ю., Селеменев В.Ф., Науменко Л.Ф., Корнеева Р.Н. Безреагентное концентрирование алифатических и гетероциклических аминокислот
- 2. Ланцузская Е.В., Орос Г.Ю., Селеменев В.Ф., Науменко Л.Ф., Корнеева Р.Н. Депигментация растворов аминокислот, полученных в процессе гидролиза, автолиза, микробиологического и химического синтеза.
- 3. Ланцузская Е.В., Орос Г.Ю., Селеменев В.Ф., Науменко Л.Ф., Корнеева Р.Н. Особенности поглощения дикарбоновых кислот анионообменниками полимеризационного и поликонденсационного типа.

# Химическая наука: современные достижения и историческая перспектива: III Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием

1. Krivonosova I.A. Thee valuation of the properties of molecular imprinting polyimide to determine the oleic and palmitic acids in liquids by piezoelectric sensors. /I.A. Krivonosova, O.V.Duvanova, A.N. Zyablov, S.A. Sokolova, O.V. Dyakonova

# «Синтез, структура и динамика молекулярных систем» (Яльчик - 2015)

1. КаоНьят Линь. Квантово-химическое моделирование полимеров с молекулярными отпечатками жирных кислот/ КаоНьят Линь, А. Н.Зяблов, О. В.Дуванова, С. А. Соколова

# Бутлеровские сообщения. 2015

1. Krivonosova I.A. The determination of fatty acids in liquids using piezoelectric sensors based on molecular imprinting polymers

# Научная и учебно-методическая конференция профессорскопреподавательского состава, аспирантов и студентов Воронежского государственного аграрного университета, Воронеж, март-апрель 2015 г.

Участвовали сотрудники кафедры: Данилова Г.Н., Горелов И.С., Горелова Е.И., Соколова С.А., Дьяконова О.В., Котов В.В., Шапошник А.В., Звягин А.А., Перегончая О.В.

*Студенты*: Брыжинский И.А., Федорова А., Романова А.А., Лапач Е.В., Долгова К.В., Дуванова О.В.

### <u>ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ</u>

- 1. Котов, В.В. Разделение сульфо-хлоридных смесей электродиализом с анионообменными мембранами, сорбировавшими пектин / В.В.Котов, О.В.Перегончая // Сорбционные и хроматографические процессы. 2015. Т. 15. № 4. С. 502-507
- 2. Соколова С. А. Принципы импульсного ЯМР в исследовании природных и синтетических мембран и материалов, сельскохозяйственного сырья и продуктов питания /С. А. Соколова // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции.  $2015.- \mathcal{N}2$  (5). С. 115-121.
- 3. Шапошник А.В. Синтез газочувствительных материалов для селективного определения аммиака / А.В. Шапошник, А.А. Звягин, Е.А. Сизаск, С.В. Рябцев // Материалы VI Всерос. конф. «Физико-химические процессы в конденсированных средах и на межфазных границах» (ФАГРАН-2015). Воронеж. -2015.-C.310-312.
- 4. Ланцузская Е.В., Орос Г.Ю., Селеменев В.Ф., Науменко Л.Ф., Корнеева Р.Н. Безреагентное концентрирование алифатических и гетероциклических аминокислот // Всероссийская конф. "Теория и практика хроматографии" памяти проф. М.С. Вигдергауза. Тез. докл. Самара, 24-30 мая 2015. -С. 173.
- 5. Ланцузская Е.В., Орос Г.Ю., Селеменев В.Ф., Науменко Л.Ф., Корнеева Р.Н. Депигментация растворов аминокислот, полученных в процессе гидролиза, автолиза, микробиологического и химического синтеза. // Всероссийская конф. "Теория и практика хроматографии" памяти проф. М.С. Вигдергауза. Тез. докл. Самара, 24-30 мая 2015. -С. 177.
- 6. Ланцузская Е.В., Орос Г.Ю., Селеменев В.Ф., Науменко Л.Ф., Корнеева Р.Н. Особенности поглощения дикарбоновых кислот анионообменниками полимеризационного и поликонденсационного типа. // Всероссийская конф. "Теория и практика хроматографии" памяти проф. М.С. Вигдергауза. Тез. докл. Самара, 24-30 мая 2015. -С. 175.
- 7. Krivonosova I.A. Thee valuation of the properties of molecular imprinting polyimide to determine the oleic and palmitic acids in liquids by piezoelectric sensors. / I. A. Krivonosova, O. V. Duvanova, A. N. Zyablov, S. A. Sokolova, O. V. Dyakonova // Химическая наука: современные достижения и историческая перспектива: III Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием: материалы конф. (Казань, 31 марта 2015 г.) / Сервис виртуальных конференций PaxGrid; сост. Синяев Д. Н. Казань: ИП Синяев Д. Н. 2015. С. 152-154.
- 8. *КаоНьят Линь*. Квантово-химическое моделирование полимеров с молекулярными отпечатками жирных кислот / *КаоНьят Линь*, А. Н. Зяблов, О. В. Дуванова, С. А. Соколова // «Синез, структура и динамика молекулярных

систем» (Яльчик -2015) : Тезисы докладов; Мн-во образ. и науки России; Казан. нац. исслед. и технол. ун-т - Казань : Изл-во КНИТУ.— 2015.— С. 72.

- 9. Krivonosova I.A. The determination of fatty acids in liquids using piezoelectric sensors based on molecular imprinting polymers / I. A. Krivonosova, O. V. Duvanova, A. N. Zyablov, S. A. Sokolova, O. V. Dyakonova // Бутлеровские сообщения. 2015.— Т. 42. —№ 6. —С. 152-157.
- 10. Dyakonova O.V. The structure and properties of ion-exchanging polyamide acid membranes synthesized at various temperatures / O.V. Dyakonova, S. A. Sokolova, V.V.Котоv // Инновационная наука. 2015.—  $T. 2.- N_2 6$  (6). C. 17-26.

## 10. ОКАЗАНИЕ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ

нет

### РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ГРАНТАМ В 2015 ГОДУ:

По гранту РНФ Шапошник А.В. получил в 2015 году 160 тысяч рублей. По гранту УМНИК Фонда содействия инновациям аспирант кафедры Горелова Е.И. получила в 2015 году 200 тысяч рублей

Суммарное финансирование за 2015 год составило 360 тысяч рублей.

#### ИЗДАННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ И МОНОГРАФИИ:

1. Ткаченко С. В. «Аналитическая химия. Химический анализ»: Учебное пособие. / С.В.Ткаченко, С.А. Соколова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 186с.

# ЗАЩИЩЕНЫ ДИССЕРТАЦИИ:

1) на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (технические науки).

Отчет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры химии ВГАУ « <u>5</u> » <u>колоря</u> 20/5 г., протокол № <u>3</u>.

Зав. кафедрой химии, проф., д.х.н.

ине и А.В.Шапошник