



# XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*

Учредитель – ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»

## **Главный редактор**

Шеуджен Асхад Хазретович, академик Российской академии наук, доктор биологических наук, профессор

## **Заместители главного редактора:**

Авроров Валерий Александрович, доктор технических наук  
Алехина Марина Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор  
Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор  
Политаева Наталья Анатольевна, доктор технических наук, профессор  
Румянцев Константин Евгеньевич, доктор технических наук, профессор  
Чулков Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент

## **Редакционная коллегия:**

Акинин Николай Иванович, доктор технических наук, профессор  
Алексеев Геннадий Валентинович, доктор технических наук, профессор  
Антипов Сергей Тихонович, доктор технических наук, профессор  
Базарнова Юлия Генриховна, доктор технических наук, профессор  
Богданов Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор  
Бурхта Вера Алексеевна, доктор химических наук, профессор  
Васенев Иван Иванович, доктор биологических наук, профессор  
Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор  
Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор  
Квятковская Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор  
Кемалов Берик Каирович – кандидат технических наук, PhD  
Кручинина Наталия Евгеньевна, доктор технических наук, профессор  
Лавендел Юрий Оскарович, Candidate of the Technical Sciences, LR Dr.sc.ing  
Мамедова Тарана Аслан кызы, доктор технических наук  
Маскевич Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор  
Махмудова Любовь Ширваниевна, доктор технических наук, профессор  
Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор  
Пашенко Дмитрий Владимирович, доктор технических наук  
Первухина Елена Львовна, доктор технических наук, профессор  
Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор  
Прохоров Сергей Антонович, доктор технических наук, профессор  
Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, доцент  
Рыжаков Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор  
Стороженко Павел Аркадьевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических наук, профессор  
сельскохозяйственных наук, профессор  
Таранцева Клара Рустемовна, доктор технических наук, профессор  
Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор  
Фатыхов Юрий Адгамович, доктор технических наук, профессор  
Шалагин Сергей Викторович, доктор технических наук  
Ципенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор

## **Ответственный секретарь**

Жарова Олеся Сергеевна, кандидат философских наук

© ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», 2018

Основан в 2011 г.

18+

Том 7  
№ 3 (43)  
2018

Журнал выходит  
4 раза в год

Входит в ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций по Пензенской области ПИ № ТУ 58 – 00243 от 27 апреля 2015 года.

Компьютерная верстка:  
Н. В. Хлопцева

Технический редактор:  
О. С. Жарова

Адрес редколлегии, учредителя, редакции и издателя  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»:  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/  
ул. Гагарина, д. 1а/11  
Тел.: 8(8412) 20-86-39;  
E-mail: journal21@penzgtu.ru;  
Сайт: <https://vek21.penzgtu.ru>

Подписано в печать 22.06.2018.  
Выход в свет 29.06.2018.  
Формат 60X84 1/8  
Печать ризография.  
Усл. печ. л. 15,58.  
Тираж 70 экз. Заказ № 1390.

Типография «Копи-Ризо»,  
440000, г. Пенза, ул. Каляева, 7 В.  
Тел. (841-2) 56-25-09.  
Цена свободная

## СВЕДЕНИЯ О ЧЛЕНАХ РЕДКОЛЛЕГИИ

### **Главный редактор**

Шеуджен Асхад Хазретович, академик Российской академии наук, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой агрохимии (Кубанский государственный аграрный университет)

### **Заместители главного редактора:**

Авроров Валерий Александрович, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Пищевые производства» (Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Алехина Марина Анатольевна, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математика»

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Ефремова Сания Юнусовна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность»

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Политаева Наталья Анатольевна, доктор технических наук, профессор, профессор Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия)

Румянцев Константин Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»

(Инженерно-технологическая академия, Южный федеральный университет, г. Таганрог, Россия)

Чулков Валерий Александрович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Биомедицинская инженерия»

(Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

### **Редакционная коллегия:**

Акинин Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность»

(Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, Россия)

Алексеев Геннадий Валентинович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты пищевых производств»

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, информатики и оптики, г. Санкт-Петербург, Россия)

Антипов Сергей Тихонович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и аппараты пищевых производств»

(Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия)

Базарнова Юлия Генриховна, доктор технических наук, профессор, директор Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий

(Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия)

Богданов Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Переработка сельскохозяйственной продукции и безопасность жизнедеятельности»

(Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия)

Бурахта Вера Алексеевна, доктор химических наук, профессор, проректор по научной работе

(Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г. Уральск, Республика Казахстан)

Васенев Иван Иванович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экологии»

(РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия)

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология»

(Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия)

Громов Юрий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, декан факультета «Информационные технологии»

(Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия)

Квятковская Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, директор института информационных технологий и коммуникаций

(Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия)

Кемалов Берик Каирович – кандидат технических наук, PhD, заместитель начальника департамента образования и науки министерства обороны

(Республика Казахстан, г. Астана)

Кручинина Наталия Евгеньевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Промышленная экология» (Российский государственный химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Москва, Россия)

Лавендел Юрий Оскарович, Candidate of the Technical Sciences, LR Dr.sc.ing, Professor of the Department of Software Engineering (Rīgas Tehniskā universitāte, Латвия)

Мамедова Тарана Аслан кызы, доктор технических наук, заместитель директора (Институт Нефтехимических процессов НАН Азербайджана, г. Баку, Азербайджан)

Маскевич Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, директор (Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь)

Махмудова Любовь Ширваниевна, доктор технических наук, профессор, директор (Институт нефти и газа, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Чеченская Республика)

Михеев Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные технологии и системы» (Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Пашенко Дмитрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Вычислительная техника» (Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия)

Первухина Елена Львовна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем (Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия)

Петрова Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования» (Астраханский инженерно-строительный институт, г. Астрахань, Россия)

Прохоров Сергей Антонович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» (Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева, г. Самара, Россия)

Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, доцент (Академия гражданской защиты МЧС России, г. Москва, Россия)

Рыжаков Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техническое управление качеством» (Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Стороженко Павел Аркадьевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических наук, профессор, генеральный директор ГНЦ РФ «Государственный ордена Трудового Красного Знамени НИИ химии и технологии элементоорганических соединений», профессор кафедры химии и технологии элементоорганических соединений (Московский институт тонкой химической технологии имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия)

Таранцева Клара Рустемовна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Биотехнология и техносферная безопасность» (Пензенский государственный технологический университет, г. Пенза, Россия)

Тихомирова Елена Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экология» (Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия)

Фатыхов Юрий Адгамович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пищевых и холодильных машин» (Калининградский технический университет, г. Калининград, Россия)

Шалагин Сергей Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры «Компьютерные системы» (Казанский Национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, г. Казань, Россия)

Ципенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физика» (Московский авиационный институт, г. Москва, Россия)

## СОДЕРЖАНИЕ

*информатика, вычислительная техника и управление*

<b>ПРОГРАММА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЧЕТКИХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ОКРЕСТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ С ПЕРЕМЕННЫМИ ОКРЕСТНОСТЯМИ</b>	
Седых Ирина Александровна.....	8
<b>ПОСТРОЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b>	
Сейдаметова Зарема Сейдалиевна, Москалева Юлия Петровна, Темненко Валерий Анатольевич.....	13
<b>ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ВИРТУАЛИЗАЦИЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ВИРТУАЛЬНОГО СЕРВЕРА С КОНФИГУРАЦИЕЙ, АНАЛОГИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ЗАДАННОЙ МОДЕЛИ</b>	
Мартышкин Алексей Иванович.....	18
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПУНКТОВ</b>	
Котов Николай Александрович, [Погорелов Виктор Иванович].....	25
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ В ТЕОРЕТИКО-ИНФОРМАЦИОННОМ АНАЛИЗЕ ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ</b>	
Стативко Роза Усмановна.....	31
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ УЗЛОВ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ</b>	
Мартышкин Алексей Иванович, Мартенс-Атюшев Дмитрий Сергеевич.....	36
<b>КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ ТРАКТОВКА УРАВНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ</b>	
Еремин Илья Евгеньевич, Еремينا Виктория Владимировна, Подолько Евгения Александровна.....	41
<b>ОЦЕНКА АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПЕРЕХОДА</b>	
Шорникова Татьяна Александровна, Гусынина Юлия Сергеевна.....	46

*технология продовольственных продуктов*

<b>БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОГО ПОЛУФАБРИКАТА С ДОБАВЛЕНИЕМ АМАРАНТОВОЙ МУКИ</b>	
Шишкина Анастасия Николаевна, Садыгова Мадина Карипулловна, Белова Мария Владимировна, Ларин Юрий Николаевич, Асташов Александр Николаевич.....	49
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ В ПИЩЕВОЙ ОТРАСЛИ</b>	
Пастушкова Екатерина Владимировна, Чугунова Ольга Викторовна, Волков Алексей Юрьевич, Кругликов Николай Александрович.....	54
<b>ОПТИМИЗАЦИЯ УГЛА НАКЛОНА ВИНТОВОЙ ЛИНИИ ПОСЛЕДНЕГО ВИТКА ШНЕКА ВОЛЧКА-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ</b>	
Пеленко Валерий Викторович, Иваненко Владимир Павлович, Усманов Илхом Ибрагимович.....	58
<b>ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ ПОЛУОБЕЗЖИРЕННОГО КУКУРУЗНОГО ЖМЫХА</b>	
Нюдлеева Ирина Александровна, Красильников Валерий Николаевич, Чернова Елена Викторовна, Матвеева Юлия Аникториевна.....	65
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ</b>	
Садыгова Мадина Карипулловна, Башинская Оксана Сергеевна, Кондрашова Анжела Владимировна, Кузнецова Людмила Ивановна.....	70
<b>БЕЗГЛУТЕНОВЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ В ТЕСТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУОБЕЗЖИРЕННОЙ ЛЬНЯНОЙ МУКИ</b>	
Красильников Валерий Николаевич, Тырлова Ольга Юрьевна.....	75
<b>АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ</b>	
Арисов Александр Валерьевич, Гращенков Дмитрий Валерьевич, Чугунова Ольга Викторовна.....	80

<b>МЯСНЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ</b>	
Асфондьярова Ирина Владимировна, Сагайдаковская Елизавета Сергеевна.....	87
<b>ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SOUS VIDE НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ФИЛЕ ИНДЕЙКИ</b>	
Ахмадова Кристина Кахримановна, Чернова Елена Викторовна, Фединишина Екатерина Юрьевна.....	93
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ОБЛУЧЕННОЙ ОХЛАЖДЕННОЙ РЫБЫ</b>	
Тимакова Роза Темерьяновна.....	99
<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ МОМЕНТА ЗАТЯЖКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗАЖИМНОЙ ГАЙКИ ВОЛЧКА</b>	
Пеленко Валерий Викторович, Иваненко Владимир Павлович, Усманов Илхом Ибрагимович.....	105
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАРМЕЛАДА НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНОГО СЫРЬЯ</b>	
Фролова Нина Анатольевна.....	109
<b>ПРОЦЕССЫ НЕФЕРМЕНТАТИВНОГО ОКРАШИВАНИЯ В ТРОЙНОЙ СИСТЕМЕ АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА-УГЛЕВОД-АРИЛАМИН</b>	
Черепанов Игорь Сергеевич.....	114
<i>безопасность деятельности человека</i>	
<b>ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЛИНИЙ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ</b>	
Козырев Артём Михайлович, Савошинский Олег Петрович, Бабилов Игорь Александрович, Аракчеев Александр Валерьевич, Андреев Андрей Викторович.....	118
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	
Панфилова Марина Ивановна, Зубрев Николай Иванович, Леонова Данута Амброжьевна, Леонов Иван Алексеевич, Коростелева Анна Владимировна.....	123
<b>АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ АВТОМОБИЛЯ</b>	
Елисеев Дмитрий Васильевич, Лапин Павел Алексеевич, Копылов Сергей Александрович.....	127
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТКЕ ЁМКОВ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ</b>	
Новиков Василий Константинович, Фридман Александр Яковлевич, Новиков Сергей Васильевич, Николайкин Николай Иванович, Романова Мария Викторовна.....	131
<b>СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЫЛЕВОГО ФАКТОРА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ НА ТОННЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНА</b>	
Матвеева Тамара Владимировна, Зубрев Николай Иванович, Устинова Марина Владимировна, Сачкова Оксана Сергеевна, Новоселова Ольга Викторовна.....	137
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОРРОЗИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ</b>	
Тразанов Александр Викторович, Таранцева Клара Рустемовна, Красная Елена Геннадьевна, Полянскова Екатерина Александровна.....	141
<b>РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОЗДОРОВЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА ТОННЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ</b>	
Сачкова Оксана Сергеевна, Матвеева Тамара Владимировна, Зубрев Николай Иванович, Устинова Марина Владимировна, Кашинцева Валентина Львовна.....	145
<b>ИНСТИТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ)</b>	
Мартынова Дина Юрьевна, Исаков Алексей Константинович.....	150
<b>КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ БЕМИТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b>	
Зубрев Николай Иванович, Панфилова Марина Ивановна, Ефремова Сания Юнусовна, Леонова Данута Амброжьевна, Леонов Иван Алексеевич.....	157
<b>РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РИСКА</b>	
Бызов Антон Прокопьевич, Фомин Александр Владимирович.....	161

---

**CONTENT**
*Information Science, Computing Devices and Controlling*

<b>PROGRAM FOR MODELLING THE FUZZY HIERARCHICAL NEIGHBORHOOD MODELS WITH VARIABLE NEIGHBORHOODS</b>	
Sedykh Irina Alexandrovna .....	8
<b>CONSTRUCTING OF THE SOME INTEGER VALUED DYNAMICAL SYSTEMS</b>	
Seidametova Zarema Seidalievna, Moskaleva Yulia Petrovna, Temnenko Valerii Anatolievich.....	13
<b>VERIFICATION OF MATHEMATICAL MODELS OF COMPUTING SYSTEMS WITH VIRTUALIZATION BY A VIRTUAL SERVER WITH SIMILAR CONFIGURATION OF THE TITLE MODEL</b>	
Martyshkin Alexey Ivanovich.....	18
<b>THE USE OF THE DATABASE WHEN DESIGNING AN AUTOMATED SYSTEM FOR OBTAINING GEODETIC POINTS</b>	
Kotov Nikolay Aleksandrovich, Pogorelov Victor Ivanovich.....	25
<b>USE OF THE APPARATUS OF FUZZY SETS IN THE THEORETICAL AND INFORMATION ANALYSIS OF THE INTERNET PORTAL OF THE EDUCATIONAL ORGANIZATION</b>	
Stativko Rosa Usmanovna.....	31
<b>SIMULATION OF CONTROLLERS OF RECONFIGURATED COMPUTER SYSTEMS WITH HARDWARE</b>	
Martyshkin Alexey Ivanovich, Martens-Atyshev Dmitrii Sergeevich.....	36
<b>CYBERNETIC TREATMENT OF THE COMPLEX DIELECTRIC CONSTANT EQUATION</b>	
Eremin Ilya Evgenievich, Eremina Victoria Vladimirovna, Podolko Eugenia Aleksandrovna.....	41
<b>ESTIMATION OF ALTERNATIVES AT PERIODIC CHANGES OF TRANSITION PROBABILITIES</b>	
Shornikova Tatyana Aleksandrovna, Gusynina Yulia Sergeevna.....	46

*Food Technology*

<b>BIOTECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT SEMI-FRENCH FRUIT WITH APPARATUS OF AMARANTHUM FLOUR</b>	
Shishkina Anastasia Nikolaevna, Sadigova Madina Karipullova, Belova Maria Vladimirovna, Larin Yuri Nikolaevich, Astashov Alexander Nikolayevich.....	49
<b>EXPERIENCE OF HIGH PRESSURE PROCESSING IN THE FOOD INDUSTRY</b>	
Pastushkova Ekaterina Vladimirovna, Chugunova Olga Viktorovna, Volkov Alexey Yurievich, Kruglikov Nikolay Alexandrovich.....	54
<b>OPTIMIZATION OF THE ANGLE OF INCLINATION OF THE HELIX OF THE SCREW THE LATEST ROUND OF TOP-CHOPPER</b>	
PelenkoValery Victorovich, Ivanenko Vladimir Pavlovich, Usmanov Ilkhom Ibragimovich	58
<b>FATTY ACID COMPOSITION OF THE LIPIDS OF HALF-DEFATTED CORN CAKE</b>	
Nyudleeva Irina Aleksandrovna, Krasil'nikov Valerii Nikolaevich, Chernova Elena Viktorovna, Matveeva Yuliya Aniktorievna .....	65
<b>SAFETY AND QUALITY OF REGIONAL RAW MATERIAL FOR MANUFACTURE OF FOOD FOR HEALTHY FOOD</b>	
Sadigova Madina Karipullova, Bashinskaya Oksana Sergeevna, Kondrashova Angela Vladimirovna, Kuznetsova Lyudmila Ivanovna.....	70
<b>GLUTEN-FREE SEMIFINISHED ITEMS IN THE TESTWITH THE USE OF SEMI-LIQUE LINEN FLOUR</b>	
Krasilnikov Valery Nikolayevich, Tyrlova Olga Yuryevna.....	75
<b>ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF NUTRITION OF CHILDREN IN RUSSIA AND ABROAD</b>	
Arisov Aleksandr Valeryevich, Grashchenkov Dmitry Valerievich, Chugunova Olga Viktorovna.....	80
<b>MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS OF HIGH NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE</b>	
Asfondyarova Irina Vladimirovna, Sagaidakovskaia Elizaveta Sergeevna .....	87
<b>THE INFLUENCE OF SOUS VIDE TECHNOLOGY ON QUALITY AND SAFETY OF CULINARY</b>	

<b>PRODUCTS FROM TURKEY FILLET</b>	
Akhmadova Kristina Kakhriyanovna, Chernova Elena Viktorovna, Fedinshina Ekaterina Yuryevna .....	93
<b>THE AMINO ACID COMPOSITION OF IRRADIATED CHILLED FISH</b>	
Timakova Roza Temer'janovna.....	99
<b>MODELING OF TORQUE FOR CENTRAL LOCKING NUTS OF THE TOP</b>	
Pelenko, Valery Victorovich, Ivanenko Vladimir Pavlovich, Usmanov Ilkhom Ibragimovich.....	105
<b>DEVELOPMENT OF MARMALADE TECHNOLOGY BASED ON NATURAL RAW MATERIALS</b>	
Frolova Nina Anatolievna .....	109
<b>NONENZYMATIC BROWNING IN TRIPLE ASCORBIC ACID – CARBOHYDRATE – ARYL AMINE SYSTEM</b>	
Cherepanov Igor Sergeevich .....	114
<i>Human Activity Safety</i>	
<b>INSTRUMENTAL CONTROL OF REPORTING LINES FOR PUBLIC ADDRESS AND GENERAL ALARM SYSTEM</b>	
Kozyrev Artem Mikhailovich, Savoshinsky Oleg Petrovich, Babikov Igor Alexandrovich, Aracheev Alexander Valerievich, Andreev Andrey Viktorovich,.....	118
<b>USE OF BY-PRODUCTS OF HYDROGEN PRODUCTION TECHNOLOGY FOR ENSURING SECURITY OF CONSTRUCTIONS IN CONSTRUCTION</b>	
Panfilova Marina Ivanovna, Zubrev Nikolai Ivanovich, Leonova Danuta Ambrozhiyevna, Leonov Ivan Alekseevich, Korosteleva Anna Vladimirovna.....	123
<b>ANALYSIS OF CAUSALITY TO ASSESS THE RELIABILITY OF THE CAR</b>	
Eliseev Dmitry Vasilyevich, Lapin Pavel Alekseevich, Kopylov Sergey Aleksandrovich.....	127
<b>ECOLOGICAL SAFETY ENSURING WHEN OIL AND OIL PRODUCTS TANKS CLEANING</b>	
Novikov Vasily Konstantinovich, Fridman Alexander Yakovlevich, Novikov Sergey Vasilyevich, Nikolaykin Nikolay Ivanovich, Romanova Maria Viktorovna.....	131
<b>REDUCING THE IMPACT OF DUST FACTOR WORKING ENVIRONMENT FOR TUNNEL WORKERS IN THE SUBWAY CONSTRUCTION</b>	
Matveeva Tamara Vladimirovna, Zubrev Nikolay Ivanovich, Ustinova Marina Vladimirovna, Sachkova Oksana Sergeevna, Novoselova Olga Viktorovna.....	137
<b>INVESTIGATION OF REGULARITIES AND CRITERIA FOR EVALUATING THE DESTRUCTION OF MATERIAL FROM THE ACTION OF MECHANICAL LOADS AND CORROSION TO PROVIDE THE SAFETY OF GAS CYLINDERS</b>	
Trazanov Alexander Viktorovich, Tarantseva Klara Rustemovna, Krasnaya Elena Gennadievna, Polyanskova Ekaterina Aleksandrovna.....	141
<b>DEVELOPMENT OF MEASURES FOR IMPROVING THE WORKING CONDITIONS OF TUNNEL WORK</b>	
Sachkova Oksana Sergeevna, Matveeva Tamara Vladimirovna, Zubrev Nikolay Ivanovich, Ustinova Marina Vladimirovna, Kashintseva Valentina Lvovna.....	145
<b>INSTITUTIONALIZATION OF LABOUR PROTECTION SYSTEM AT THE REGIONAL ENTERPRISES (AT THE EXAMPLE OF KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – UGRA)</b>	
Martynova Dina Yurievna, Isakov Alexey Konstantinovich.....	150
<b>COMPOSITES BASED ON BOEHMITE TO ENHANCE INTEGRATED SAFETY IN CONSTRUCTION</b>	
Zubrev Nikolai Ivanovich, Panfilova Marina Ivanovna, Efremova Sania Junusovna, Leonova Danuta Ambrozhiyevna, Leonov Ivan Alekseevich.....	157
<b>DEVELOP AN APPROACH TO THE DETERMINATION OF THE COMPLEX INDEX OF INDIVIDUAL RISK</b>	
Byzov Anton Prokopyevich, Fomin Aleksandr Vladimirovich.....	161



УДК 664.165:547.917

## ПРОЦЕССЫ НЕФЕРМЕНТАТИВНОГО ОКРАШИВАНИЯ В ТРОЙНОЙ СИСТЕМЕ АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА-УГЛЕВОД-АРИЛАМИН

© 2018

**Черепанов Игорь Сергеевич**, кандидат химических наук,  
доцент кафедры Фундаментальной и прикладной химии  
*Удмуртский государственный университет*

(426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, e-mail: [cherchem@mail.ru](mailto:cherchem@mail.ru))

**Аннотация.** Реакции неферментативного окрашивания с участием аскорбиновой кислоты в качестве субстрата, активатора или ингибитора в последние десятилетия интенсивно изучаются, при этом ее высокий биологический потенциал предполагает перспективными дальнейшие исследования в данной области. Тем не менее, результаты, полученные разными авторами для многокомпонентных систем зачастую не свободны от противоречий, в связи с чем была изучена динамика реакций неферментативного окрашивания и структура продуктов в тройной системе аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин, а также в трех двойных системах: *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин, аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза, аскорбиновая кислота – *n*-толуидин. Показано, что применение осушенного (98%) этанола в качестве растворителя несколько изменяет поведение всех двойных систем в сравнении с ранее изученной динамикой их реакций в среде 95%-го этилового спирта, при этом отмечен частично гетерогенный характер «браун»-процессов. В тройной системе наблюдается интенсивное формирование окрашенных продуктов, которое может быть обусловлено образованием реакционноспособных интермедиатов с участием на разных стадиях всех трех компонентов исследуемой реакционной системы. Результаты исследований представляются актуальными для разработки технологий конверсии углеводного сырья.

**Ключевые слова:** арабиноза, аскорбиновая кислота, этанольные среды, *n*-толуидин, редуктоны, реакции неферментативного окрашивания, ИК-спектроскопия

## NONENZYMATIC BROWNING IN TRIPLE ASCORBIC ACID – CARBOHYDRATE – ARYL AMINE SYSTEM

© 2018

**Cherepanov Igor Sergeevich**, candidate of chemical sciences, associate professor  
of Fundamental and applied chemistry department  
*Udmurt State University*

(426034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya Street, 1, e-mail: [cherchem@mail.ru](mailto:cherchem@mail.ru))

**Abstract.** Non-enzymatic browning reactions with participation of ascorbic acid as a substratum, the activator or an inhibitor in the last decades are intensively studied, at the same time its high biological potential assumes perspective researches in this field. Nevertheless, the results received as a rule for multicomponent systems often are not free from contradictions, in this connection dynamics of non-enzymatic browning reactions and product's structure in triple system: ascorbic acid – *L(+)*arabinose – *p*-toluidine and also in three double systems: *L(+)*arabinose – *p*-toluidine, ascorbic acid – *L(+)*arabinose, ascorbic acid – *p*-toluidine were studied. It is shown that using of drained (98%) ethanol as solvent slightly changes behavior of all double systems in comparison with earlier studied dynamics of their reactions in 95% ethanol media, at the same time browning processes is marked out partially heterogeneous character. In triple system intensive colored products formation, which can be caused, by formation of reactive intermediate with participation of all three components at different reaction stages of the studied system is observed. Results of researches are represented relevant for development of technologies of conversion of carbohydrate raw materials.

**Keywords:** *L(+)*-arabinose, ascorbic acid, ethanolic media, *p*-toluidine, reductones, non-enzymatic browning, IR-spectroscopy

**Введение.** Аскорбиновая кислота, кроме важных и широко известных свойств, обуславливающих ее применение в пищевой и фармацевтической отраслях, показывает существенную активность в реакциях неферментативного окрашивания [1-3]. В последние десятилетия возрос интерес к изучению «браун»-реакций аскорбиновой кислоты в качестве субстрата. В работах [4-6] изучена неферментативная деструкция аскорбиновой кислоты в водно-этанольных средах, при этом выводы авторов относительно влияния содержания этанола на динамику окрашивания не всегда однозначны. Тем не менее, высокий биологический потенциал аскорбиновой кислоты продолжает поддерживать интерес исследователей к процессам с ее участием; так, недавними работами была

показана физиологическая активность совместного действия аскорбиновой кислоты и этанола в пищевых системах [7].

Реакционная способность аскорбиновой кислоты в различных по составу системах изучена достаточно подробно. Свойства аскорбиновой кислоты в реакции Майяра были изучены авторами работы [8], при этом показано ее ингибирующее действие, но механизмы ее влияния на процессы неферментативного окрашивания детализированы не были. В то же время процессы аминок-карбонильных конденсаций с участием аскорбиновой кислоты были исследованы авторами [9], при этом отмечено интенсивное образование окрашенных продуктов, предложен механизм взаимодействия,



а также влияния внешних факторов, в частности аэрации, на динамику процессов. Изучалось также совместное поведение аскорбиновой кислоты и углеводов [10] в условиях «браун»-реакций, высказано предположение об образовании промежуточных комплексов аскорбиновая кислота – углевод, интенсифицирующих неферментативные реакции. В то же время влияние на поведение многокомпонентных систем такого важного фактора как состав растворителя практически не изучался до настоящего времени.

Ранее нами были изучены процессы конденсации *L*(+)-арабинозы с *n*-толуидином в 95%-ном этаноле в качестве растворителя и показано, что присутствие в изучаемой системе аскорбиновой кислоты ингибирует процессы неферментативного окрашивания [2]. Данные работы [11] свидетельствуют об отличии характера amino-карбонильных взаимодействий при уменьшении содержания воды в этаноле, кроме того показано [3], что поведение реакционных систем дегидроаскорбиновая кислота – ариламин также изменяется при незначительном варьировании содержания воды в растворителе. В связи с чем целью данного исследования являлось изучение поведения тройной системы аскорбиновая кислота – *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин в 98%-ном этаноле в качестве растворителя.

**Материалы и методы исследований.** Динамика процессов изучалась термостатированием эквимольных количеств реагентов (0.002 моль) в колбах с обратным холодильником в течение 1 часа при 50°C. Дополнительно в аналогичных условиях изучались процессы в трех типах двойных систем: *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин, *L*(+)-арабиноза – аскорбиновая кислота, аскорбиновая кислота – *n*-толуидин. В качестве растворителя использовался осушенный безводным сульфатом меди этиловый спирт. По окончании нагревания отбирались пробы (1 мл), которые разбавлялись растворителем (1:5), после чего в кварцевых кюветах снимались электронные спектры (Спектрофотометр СФ-2000). Из оставшегося раствора удалялся растворитель, продукты промывались и высушивались. ИК-спектры выделенных и высушенных «браун»-продуктов снимались на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 2201 (КВг, 1:200).

**Обсуждение результатов.** Динамика формирования окрашенных продуктов в двойных системах (рисунок 1) показывает слабое нарастание оптической плотности в видимой области ( $A_{420} < 0.15$ ) во всех трех случаях (спектры 1-3).

Тем не менее, сравнивая значения  $A_{420}$  с ранее полученными для систем того же состава [2], можно отметить незначительный рост интенсивности окрашивания. В частности в системе *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин (спектр 1) наблюдается некоторое количество слабоокрашенных продуктов даже в достаточно мягких условиях эксперимента.

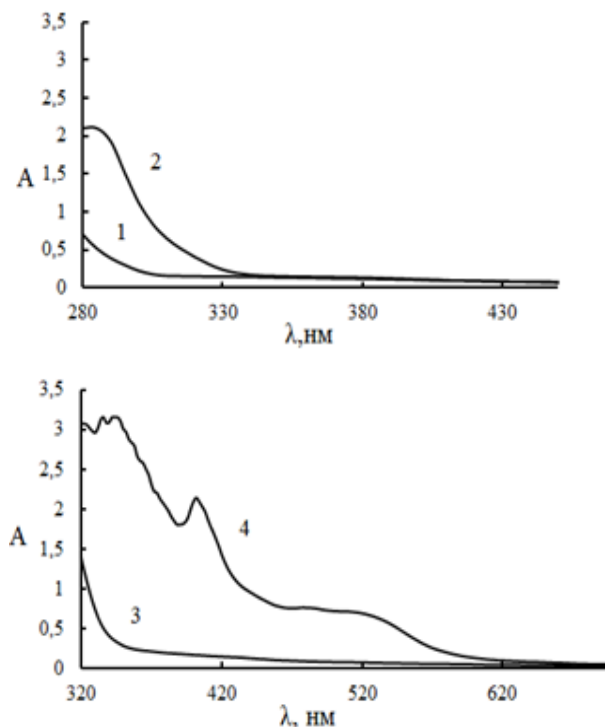


Рисунок 1 – Электронные спектры реакционных систем, термостатированных в течение 1 ч.:

1. – *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин; 2. – аскорбиновая кислота – *L*(+)-арабиноза; 3. – аскорбиновая кислота – *n*-толуидин; 4. – аскорбиновая кислота – *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин

Данный экспериментальный факт может быть объяснен исходя из предположения гетерогенном характере amino-карбонильных взаимодействий [11]. Растворимость углеводов в водно-этанольных системах падает с ростом содержания этанола, визуальные наблюдения за реакционными системами *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин и аскорбиновая кислота – *L*(+)-арабиноза показывает наличие нерастворившегося остатка на всем протяжении термостатирования. В этом случае процесс протекает как гетерогенный и оказывается практически независимым от донорных свойств аминогруппы: слабоосновные ариламины реагируют интенсивно [11] и amino-карбонильные взаимодействия быстро развиваются, переходя к стадиям образования окрашенных продуктов. ИК-спектр продукта, выделенного из реакционной системы *L*(+)-арабиноза – *n*-толуидин (рисунок 2), несколько отличается по характеру полос от спектра *n*-толил-*N*-арабинозиламина [2], что проявляется в усилении свойственного меланоидинам карбонильного характера (формирующий сигнал при  $1720 \text{ cm}^{-1}$ ) [12].

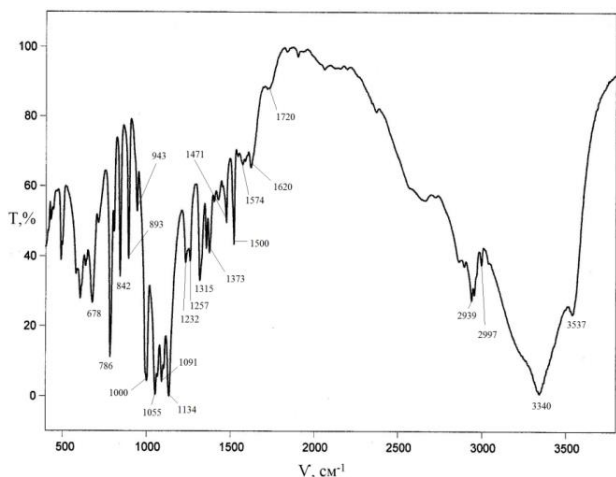


Рисунок 2 – ИК-Фурье спектры продукта, выделенного из системы *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин

Исследования строения твердого остатка, выделенного из реакционных систем, показывает его углеводную природу (тонкая структура полос в области 1000-1170  $\text{cm}^{-1}$ , а также «аномерной» области), что позволяет предположить практически чистую арабинозу в составе осадка, что подтверждается сопоставлением ИК-спектра (рисунок 3) с литературными данными [13].

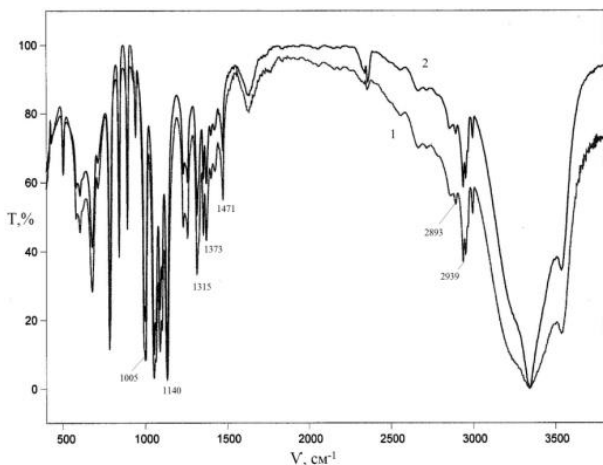


Рисунок 3 – ИК-Фурье спектры нерастворившихся в процессе термостатирования остатков в системах: аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза (1); *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин (2)

В системе аскорбиновая кислота – *n*-толуидин не наблюдается высокая активность (Рисунок 1, спектр 4) в отношении реакций неферментативного окрашивания, в то время как в тройной системе аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин фиксируется интенсивное меланоидинообразование (Рисунок 1, спектр 4). В спектре поглощения регистрируются максимумы при 330 и 390 нм, а также широкая область непрерывного поглощения при 500-540 нм; образование окрашенных продуктов в системах с аскорбиновой кислотой с близким профилем спектра было описано ранее [9].

Как было показано ранее [3], характер взаимодействия аскорбиновой кислоты с аминами отличается от реакций с аминокислотами; можно предположить наряду с процессами прямой amino-карбонильной конденсации [2] значительную роль, вероятно, играют процессы деструкции углевода и аскорбиновой кислоты [1], которые интенсифицируются в присутствии амина. Основными продуктами первичной деструкции являются  $\alpha$ -дикарбонильные производные различной структуры [1,14,15]. Анализ ИК-спектра продукта, выделенного из тройной системы (Рисунок 4), показывает наличие структурных фрагментов аскорбиновой кислоты: полосы при 1674 ( $\nu_{\text{C}=\text{C}}$ ) и 1755 ( $\nu_{\text{C}=\text{O}}$ )  $\text{cm}^{-1}$ , а также полосы в высокочастотной области; средние и низкочастотные части спектра показывают наличие шестичленных *O*-гетероциклов (1000-1170 и 1220-1270  $\text{cm}^{-1}$ ), тонкая структура в аномерной области 700-900  $\text{cm}^{-1}$  свидетельствует о присутствии в структуре связанных циклических остатков [16].

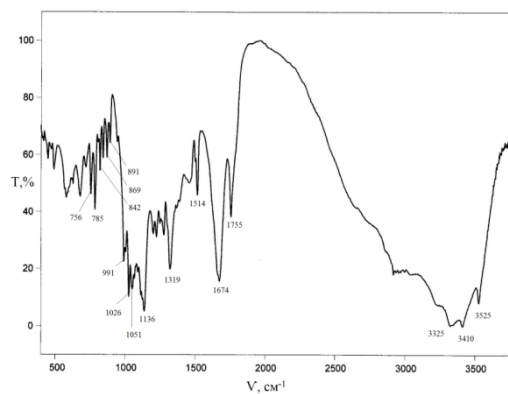
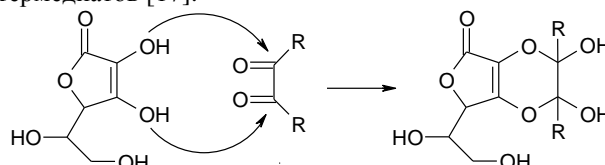


Рисунок 4 – ИК-спектр продукта, выделенного из тройной системы аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин

В процессе amino-карбонильных взаимодействий образуются редуктоны, представляющие собой  $\alpha$ -дикарбонильные соединения, способные к взаимодействию с аскорбиновой кислотой с образованием интермедиатов [17]:



способных к дальнейшим превращениям; не исключены и другие механизмы связывания исходных и промежуточных веществ [18]. Дикарбонильные производные могут образоваться как в результате трансформации углевода [14,15], так и при окислительном декарбоксилировании аскорбиновой кислоты [1]. Формирующиеся таким образом окрашенные продукты включают структурные фрагменты реагентов, при этом ИК-спектр выделенного «браун»-продукта отличается от спектра продукта, выделенного авторами [9], образование которого предполагает прямое взаимодействие амина с аскорбиновой кислотой. Следует отметить, что полосы поглощения, характерные для ариамина [19] практически от-

сутствуют в ИК-спектре продукта, выделенного из тройной системы, что может быть полезно при получении безазотных продуктов переработки углеводного сырья [20]. Механизмы и кинетику реакций образования и дальнейших превращений интермедиатов еще предстоит изучить, что делает перспективным продолжение работ по данной тематике.

Результаты проведенных исследований позволяют сформулировать следующие **выводы**:

1. Методами спектрофотометрии ультрафиолетовой и видимой области, а также ИК-Фурье спектроскопии изучена динамика реакций неферментативного окрашивания и структура продуктов в тройной системе аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин, а также трех двойных систем: *L(+)*-арабиноза – *n*-толуидин, аскорбиновая кислота – *L(+)*-арабиноза, аскорбиновая кислота – *n*-толуидин.

2. Показано, что применение осушенного (98%) этанола в качестве растворителя несколько изменяет поведение трех двойных систем в сравнении с ранее изученной динамикой их неферментативного окрашивания в среде 95%-го этилового спирта, при этом отмечен частично гетерогенный характер процессов.

3. В тройной системе наблюдается интенсивное формирование окрашенных продуктов, которое может быть обусловлено образованием реакционноспособных интермедиатов с участием на разных стадиях всех трех компонентов исследуемой реакционной системы.

4. Результаты исследований представляются актуальными для разработки технологий конверсии углеводного сырья.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Smuda M. Maillard degradation pathway of vitamin C / M. Smuda, M. Glomb // *Angew. Chem. Int. Ed.* – 2013. – Vol. 52. – P. 4887–4891.

2. Черепанов И.С. Влияние аскорбиновой кислоты на процессы конденсации *L(+)*-арабинозы с *n*-толуидином / И.С. Черепанов, А.В. Трубачев // *Химическая физика и мезоскопия.* – 2017. – Т. 19. – №2. – С. 313–319.

3. Yano M. Free radicals by the reaction of DHA or ninhydrin with aromatic amines / M. Yano, T. Hayashi, M. Namiki // *Agric. Biol. Chem.* – 1978. – Vol. 42. – P. 809–817.

4. Chuang P. Browning in ethanolic solutions of ascorbic acid and catechin / P. Chuang, J. Wu, S. Shen // *J. Agric. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59. – P. 7818–7824.

5. Hsu H. Degradation of ascorbic acid in ethanolic solution / H. Hsu, C. Fu, Y. Tsai, J. Wu // *J. Agric. Food Chem.* – 2012. – Vol. 60. – P. 10696–10701.

6. Mock A. Comment on degradation of ascorbic acid in ethanolic solutions / A. Mock, J. Kang // *J. Agric. Food Chem.* – 2013. – Vol. 61. – P. 2580–2582.

7. Yan S. Dual effectiveness of ascorbic acid and ethanol combined treatment to inhibit browning and inactivate pathogens on fresh-cut apples / S. Yan, Y. Luo, B. Zhou, D. Ingram // *LWT.* – 2017. – Vol. 80. – P. 311–320.

8. Pacheco M. Study of Maillard reaction inhibitors for the sugar cane processing / M. Pacheco, J. Christian, B. Feng // *Am. J. Food Technol.* – 2012. – Vol. 7. – P. 470–478.

9. Kurata T. Red pigment produced by the reaction of dehydro-L-ascorbic acid and  $\alpha$ -amino acids / T. Kurata, M. Fujimaki, Y. Sakurai // *Agric. Biol. Chem.* – 1973. – Vol. 37. – P. 1471–1477.

10. Kambo N. Kinetic behavior of ascorbic acid – fructose browning reaction in alkaline medium / N. Kambo, S. Upadhyay // *Ind. J. Chem. Tech.* – 2012. – Vol. 19. – P. 128–133.

11. Shul'tsev A.L. N-glycosides of 4-aminostyrene / A.L. Shul'tsev // *Rus. J. Gen. Chem.* 2014. – Vol. 84. – P. 235–241.

12. Benzing-Purdie L. Effect of temperature on Maillard reaction products / L. Benzing-Purdie, J. Ripmeester, C. Rattcliffe // *J. Agric. Food Chem.* – 1985. – Vol. 33. – P. 31–33.

13. Wiercigroch E. Raman and infrared spectra of carbohydrates: A review / E. Wiercigroch, E. Szafraniec, K. Czamara et al. // *Spectrochimica Acta. Part. A.* – 2017. – Vol. 185. – P. 317–335.

14. Gobert J. Degradation of glucose: reinvestigation of  $\alpha$ -dicarbonyl compounds / J. Gobert, M. Glomb // *J. Agric. Food Chem.* – 2009. – Vol. 57. – P. 8591–8597.

15. Usui T. Identification and determination of  $\alpha$ -dicarbonyl compounds formed in the degradation of sugars / T. Usui, S. Yanagasawa, M. Ohguchi et al. // *Biosci. Biotechnol. Biochem.* – 2007. – Vol. 71. – P. 2465 – 2472.

16. Бессонов Д.В. Синтез гликоконъюгатов физиологически активных веществ / Д.В. Бессонов, И.В. Кулаков, А.М. Газалиев, О.А. Нуркенов // *Журн. прикл. химии.* – 2007. – Т.80. - №3. – С. 510–512.

17. Davies C. Ascorbic acid browning: the incorporation of  $C_1$  from ascorbic acid into melanoidins / C. Davies, B. Wedzicha // *Food Chem.* – 1994. – Vol. 49. – P. 165–167.

18. Fodor G. Stereospecificity of new reaction of ascorbic acid with cis and trans olefinic 1,4-dicarbonyl compounds / G. Fodor, K. Sussangkarn, H. Mathelier et al // *J. Org. Chem.* – 1986. – Vol. 51. – P. 3148 – 3150.

19. Trivedi M. Characterization of physical, thermal and spectroscopic properties of biofield energy treated *p*-phenylenediamine and *p*-toluidine / M. Trivedi, A. Branton, D. Trivedi et al // *Envir. Anal. Toxycol.* – 2015. – Vol. 5. – P. 329 – 339.

20. Черепанов И.С. К вопросу о возможности связывания биогенных ариламинов продуктами термодеструкции углеводов / И.С. Черепанов // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2018. – №1. – С.23–27.

Статья поступила в редакцию 26.04.2018

Статья принята к публикации 21.06.2018