

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,858
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,391

Журнал издается с 2003 г.
12 выпусков в год

Электронная версия журнала top-technologies.ru/ru
Правила для авторов: top-technologies.ru/ru/rules/index
Подписной индекс по каталогу «Роспечать» – 70062

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ледванов Михаил Юрьевич, д.м.н., профессор

Ответственный секретарь редакции

Бизенкова Мария Николаевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор, Айдосов А. (Алматы); д.г.-м.н., профессор, Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., профессор, Алов В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., профессор, Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., профессор, Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., профессор, Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., профессор, Беззубцева М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А. (Челябинск); д.г.-м.н., профессор, Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., профессор, Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.-м.н., профессор, Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., профессор, Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., профессор, Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Горбатюк С.М. (Москва); д.т.н., профессор, Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., профессор, Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., профессор, Долгова В.И., (Челябинск); д.э.н., профессор, Долятовский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., профессор, Дресвянников А.Ф. (Казань); д.псх.н., профессор, Дубовицкая Т.Д. (Сочи); д.т.н., доцент, Дубровин А.С. (Воронеж); д.п.н., доцент, Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., профессор, Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.п.н., профессор, Жеребило Т.В. (Грозный); д.т.н., профессор, Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загrevский О.И. (Томск); д.т.н., профессор, Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., профессор, Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., профессор, Ивашевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., профессор, Ижуткин В.С. (Москва); д.т.н., профессор, Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., профессор, Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., профессор, Клементович И.П. (Москва); д.п.н., профессор, Козлов О.А. (Москва); д.т.н., профессор, Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., профессор, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., профессор, Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., профессор, Кузлякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., профессор, Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., профессор, Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., профессор, Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., профессор, Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., профессор, Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., профессор, Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., профессор, Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., профессор, Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., профессор, Матис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., профессор, Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., профессор, Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., профессор, Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., профессор, Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., профессор, Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., профессор, Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., профессор, Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., профессор, Осипов Г.С. (Южно-Сахалинск); д.т.н., профессор, Пен Р.З. (Красноярск); д.т.н., профессор, Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., профессор, Петрова И.Ю. (Астрахань); д.т.н., профессор, Пивень В.В. (Тюмень); д.э.н., профессор, Потышняк Е.Н. (Харьков); д.т.н., профессор, Пузряков А.Ф. (Москва); д.п.н., профессор, Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., профессор, Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., профессор, Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., профессор, Рогов В.А. (Москва); д.т.н., профессор, Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., профессор, Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., профессор, Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., профессор, Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., профессор, Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., профессор, Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., профессор, Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., профессор, Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., профессор, Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., профессор, Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., профессор, Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., профессор, Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., профессор, Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., профессор, Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., профессор, Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., профессор, Шарафеев И.Щ. (Казань); д.т.н., профессор, Шишков В.А. (Самара); д.т.н., профессор, Щипицын А.Г. (Челябинск); д.т.н., профессор, Яблокова М.А. (Санкт-Петербург)

Журнал «Современные наукоемкие технологии» зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий, и массовых коммуникаций. **Свидетельство ПИ № ФС 77 – 63399.**

Все публикации рецензируются. Доступ к электронной версии журнала бесплатен.

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,858.

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,391.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.

Учредитель, издательство и редакция:
ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47

Ответственный секретарь редакции –
Бизенкова Мария Николаевна
тел. +7 (499) 705-72-30
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать – 23.08.2018
Дата выхода номера – 23.09.2018

Формат 60×90 1/8
Типография
ООО «Научно-издательский центр Академия Естествознания»
г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

Техническая редакция и верстка
Байгузова Л.М.
Корректор
Галенкина Е.С.

Способ печати – оперативный
Распространение по свободной цене
Усл. печ. л. 28,38
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2018/8
Подписной индекс 70062

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРАКОВ ГУСЕНИЦ ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ НА ГРУНТ <i>Адамов Д.В., Любавский Н.А., Галактионов О.Н., Кузнецов А.В.</i>	9
СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА КАК СРЕДСТВО ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ <i>Антипова А.Н., Гусарева Е.А.</i>	15
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА POLYJET ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАСТЕР-МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА <i>Балякин А.В., Вдовин Р.А., Добрышкина Е.М., Курбатов В.П.</i>	21
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ МЕТОДАМИ ВАКУУМНОГО ОСАЖДЕНИЯ И ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ <i>Беликов А.И., Петров В.В., Ивченко Е.А., Гункин Е.А.</i>	27
АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ПЛОСКОГО ДВУЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА РОБОТА <i>Борисов А.В., Ермачкова В.В., Кончина Л.В.</i>	33
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ INTERNET OF ENERGY ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ <i>Буткина А.А., Сидорин А.С., Шамаев А.В.</i>	38
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ В УГЛЕПЛАСТИКАХ В ПРОЦЕССЕ ФОРМОВАНИЯ <i>Буянов И.А., Мальшева Г.В., Гузева Т.А., Федоров А.А.</i>	43
ОБЗОР РОССИЙСКОГО РЫНКА IOT-ТЕХНОЛОГИЙ <i>Власова Ю.Е., Киреев В.С.</i>	48
НАНОКРЕМНЕЗЕМ НА ОСНОВЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ: ХАРАКТЕРИСТИКИ, РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА <i>Горев Д.С., Потапов В.В., Горева Т.С.</i>	54
РАЗРАБОТКА БОРТОПОВОРОТНОГО ШАССИ И ВЫБОР СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА <i>Горшунов А.А., Кузьменко С.В., Сергеев Е.И., Ходосов Е.С., Татаринцев П.С., Ким Д.Ч., Семёнов А.С.</i>	59
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫПУСКОВ В МОДЕЛИ САМУЭЛЬСОНА – ХИКСА <i>Грибанов Е.Н., Победаш П.Н.</i>	66
МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТРУДОЕМКОСТИ УСТРАНЕНИЯ ВРЕДНОСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ <i>Груздева Л.М.</i>	73
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К РАБОТЕ В ОРГАНИЗАЦИЯХ С ПОТРЕБНОСТЯМИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ <i>Димитриев А.П., Лавина Т.А.</i>	78
РОЛЬ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ <i>Зайнашева Ю.В., Крылова М.И., Нарезная Т.К.</i>	84
ВЫЧИСЛЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОРРА – ЗОММЕРФЕЛЬДА <i>Кадченко С.И., Торшина О.А., Рязанова Л.С.</i>	89

ГЕОМЕТРИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ РЕАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН <i>Лелюхин В.Е., Игнатъев Ф.Ю., Дренин А.С., Колесникова О.В.</i>	95
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ <i>Лятов Р.А., Умнов В.П.</i>	100
ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПИРИНГОВОЙ СЕТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ <i>Мацько И.А., Долгов В.В., Атаян А.М.</i>	105
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЕТА ПСИХРОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ФОРМИРОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ <i>Медведев Д.А., Фунтикова Е.А., Геращенко Л.А., Воронов В.К.</i>	111
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ С УЧЕТОМ ПЕШЕХОДНОГО ДВИЖЕНИЯ <i>Наумова Н.А.</i>	116
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ КЛАСТЕРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ <i>Нуриев Н.К., Аль-Хашеди А.А., Печень Е.А.</i>	121
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО РАЗДЕЛА БИЗНЕС-ПЛАНА С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРАКТИВНОГО ГЕНЕРАТОРА ОТЧЁТНЫХ ФОРМ <i>Панов С.А., Григорьева Т.Е.</i>	127
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДЕТСКОГО ЦЕНТРА <i>Пацук Е.Б., Казаковцев Л.А., Насыров И.Р., Пацук О.В., Гудыма М.Н., Казаковцев В.Л.</i>	132
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТЕПЛОТЕХНИКЕ <i>Портянкин А.А.</i>	138
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДУЭЛЕЙ <i>Частикова В.А., Митюгов А.И.</i>	144
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА В СИСТЕМАХ МОНОСАХАРИД – АРИЛАМИН <i>Черепанов И.С., Абдуллина Г.М.</i>	150
ЛЕСТНИЦЫ ВЛАДИВОСТОКА – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ГОРОДСКОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА <i>Чернявина Л.А., Обертас О.Г.</i>	156
ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНЖИНИРИНГ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ <i>Черняховская Л.Р., Атнабаева А.Р.</i>	161
Педагогические науки (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)	
СПОСОБЫ ФИКСАЦИИ ОБЩЕКУЛЬТУРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В СОДЕРЖАНИИ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ШКОЛЬНОГО УЧЕБНИКА (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДМЕТОВ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ) <i>Артюшина Л.А., Троицкая Е.А.</i>	167
УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ РОДНОГО ЯЗЫКА СТУДЕНТОВ, НОСИТЕЛЕЙ ХИНДИ, ПРИ ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО МЕСТОИМЕНИЯ <i>Балтаева В.Т., Евдокимова А.Г.</i>	171

СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОПРОВОЖДЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МАГНИТОГОРСКА) <i>Безенкова Т.А., Испулова С.Н., Олейник Е.В., Потрикеева О.Л., Супруненко Г.А., Андрусяк Н.Ю.</i>	176
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА МОТИВАЦИЮ УЧАЩИХСЯ К ИЗУЧЕНИЮ МАТЕМАТИКИ <i>Власенко А.А., Маслак А.А., Шишкин А.Б.</i>	181
ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ПРОЕКТОВ В ВУЗЕ СРЕДСТВАМИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Диденко Г.А., Степанова О.А.</i>	187
ПОЗНАЙ СЕБЯ ПРЕЖДЕ, ЧЕМ УЧИТЬ ДРУГИХ! (ОПЫТ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ) <i>Зубарев В.Ф., Бондарев Г.А.</i>	192
ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В БОЛЬШИХ ПОТОКАХ <i>Краснощечков В.В., Семенова Н.В.</i>	199
ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ <i>Овчинникова Л.П., Михелькевич В.Н., Коркина С.В.</i>	204
СОДЕРЖАНИЕ И НАПРАВЛЕННОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ-ЛОГОПЕДА ПО РАЗВИТИЮ КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У ДОШКОЛЬНИКОВ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА <i>Панасенко К.Е.</i>	209
ПОЛИКУЛЬТУРНОСТЬ КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ ФАКТОР СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ <i>Резникова А.В., Внуковская А.В., Шокиров Ш.А.</i>	214
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН МОДУЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ В МАГИСТРАТУРЕ <i>Савенков А.И., Львова А.С., Любченко О.А.</i>	218
КОНСТРУКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ВЕРИФИКАЦИИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ДИАЛОГА В ФОРТЕПИАННОМ АНСАМБЛЕ <i>Чабаева А.М.</i>	223

CONTENTS
Technical sciences (05.02.00, 05.13.00, 05.17.00, 05.23.00)

IMPACT OF THE FORM OF WORK SURFACE OF ANTI-SLIDE SLIDES ON THE GROUND <i>Adamov D.V., Lyubavskiy N.A., Galaktionov O.N., Kuznetsov A.V.</i>	9
ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEMS AS AN OPERATIVE CONTROL OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS ACTIVITY <i>Antipova A.N., Gusareva E.A.</i>	15
ANALYSIS OF POLYJET PROCESS PARAMETERS FOR MANUFACTURING MASTER MODELS BY THE PLANNING OF THE EXPERIMENT <i>Balyakin A.V., Vdovin R.A., Dobryshkina E.M., Kurbatov V.P.</i>	21
DISCRETE ANTIFRICTION COMPOSITE COATINGS, FORMED BY VACUUM DEPOSITION AND LASER TREATMENT METHODS INVESTIGATION <i>Belikov A.I., Petrov V.V., Ivchenko E.A., Gunkin E.A.</i>	27
ANALYTICAL SOLUTIONS OF THE DIFFERENTIAL EQUATIONS OF MOTION OF A PLANE TWO-SENSUAL MECHANISM OF THE ROBOT <i>Borisov A.V., Ermachkova V.V., Konchina L.V.</i>	33
IMPLEMENTATION OF METHODOLOGY «INTERNET OF ENERGY» AT INTERACTION OF THE SMART HOME SYSTEM WITH SMART GRID <i>Butkina A.A., Sidorin A.S., Shamaev A.V.</i>	38
MODERN TECHNOLOGIES OF OBTAINING CROSS-HOLE HOLES IN CARBON PLASTICS IN THE PROCESS OF FORMATION <i>Buyanov I.A., Malysheva G.V., Guzeva T.A., Fedorov A.A.</i>	43
OVERVIEW ON RUSSIAN MARKET OF IOT-TECHNOLOGIES <i>Vlasova Yu.E., Kireev V.S.</i>	48
NANOGRAMMES ON THE BASIS OF HYDROTHERMAL SOLUTIONS: CHARACTERISTICS, RESULTS INCREASED STRENGTH FINE-GRAINED CONCRETE <i>Gorev D.S., Potapov V.V., Goreva T.S.</i>	54
DEVELOPMENT OF THE BATTOM CHASSIS AND SELECTION OF THE NAVIGATION SYSTEM FOR THE EXPERIMENTAL MODEL OF MOBILE ROBOT <i>Gorshunov A.A., Kuzmenko S.V., Sergeev E.I., Khodosov E.S., Tatarinov P.S., Kim D.Ch., Semenov A.S.</i>	59
PARAMETRIC OPTIMIZATION ISSUES IN THE MODEL OF SAMUELSON-HICKS <i>Gribanov E.N., Pobedash P.N.</i>	66
MODEL OF ELIMINATION OF HARMFUL INFLUENCES IN CORPORATE NETWORKS OF DATA TRANSMISSION <i>Gruzdeva L.M.</i>	73
MODELING TRAINING STUDENTS TO WORK IN ORGANIZATIONS WITH THE NEEDS OF DATA PROCESSING <i>Dimitriev A.P., Lavina T.A.</i>	78
THE ROLE OF THE EXECUTIVE DOCUMENTATION DURING THE CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXAMINATION OF EARTHWORKS <i>Zaynashева Yu.V., Krylova M.I., Narezhnaya T.K.</i>	84
EIGENVALUES CALCULATION OF ORR-SOMMERFELD SPECTRAL PROBLEM <i>Kadchenko S.I., Torshina O.A., Ryazanova L.S.</i>	89

<hr/>	
GEOMETRY TO DESCRIBE THE REAL COMPONENTS OF MACHINES <i>Lelyukhin V.E., Ignatev F.Yu., Drenin A.S., Kolesnikova O.V.</i>	95
THE SYSTEM OF THE AUTOMATED TRAINING OF MANAGING DIRECTORS OF PROGRAMS FOR LASER HARDENING OF PRODUCTS OF IRREGULAR SHAPE <i>Lyatov R.A., Umnov V.P.</i>	100
OVERLAY NETWORK OPTIMIZATION FOR STREAMING OVER P2P NETWORK <i>Matsko I.A., Dolgov V.V., Atayan A.M.</i>	105
SOFTWARE CALCULATION MODULE DEVELOPMENT FOR PSYCHROMETRIC INDICATORS IN PROCESSING AUTOMATED SYSTEM AND FOR METEOROLOGICAL INFORMATION FORMING <i>Medvedev D.A., Funtikova E.A., Gerashchenko L.A., Voronov V.K.</i>	111
THE METHOD OF ESTIMATION OF TRANSPORT DELAYS AT INTERSECTIONS TAKING INTO ACCOUNT PEDESTRIAN FLOWS <i>Naumova N.A.</i>	116
MATHEMATICAL MODELING OF EVOLUTION OF CLUSTER FORMATIONS <i>Nuriev N.K., Al-Khashedi A.A., Pecheny E.A.</i>	121
AUTOMATED FORMATION OF THE FINANCIAL SECTION OF THE BUSINESS-PLAN BY THE INTERACTIVE GENERATOR OF THE REPORT FORMS <i>Panov S.A., Grigoreva T.E.</i>	127
REALIZATION OF THE ALGORITHM SCHEDULING OF THE CHILDREN'S CENTER <i>Patsuk E.B., Kazakovtsev L.A., Nasyrov I.R., Patsuk O.V., Gudyma M.N., Kazakovtsev V.L.</i>	132
AUTOMATED SYSTEM OF SCIENTIFIC RESEARCH IN HEAT ENGINEERING <i>Portyankin A.A.</i>	138
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THE MODIFIED GENETIC ALGORITHM OF DUELS <i>Chastikova V.A., Mityugov A.I.</i>	144
INVESTIGATION OF CARBON-RICH PRODUCTS FORMATION PROCESSES IN MONOSACCHARIDE – ARYL AMINE SYSTEMS <i>Cherepanov I.S., Abdullina G.M.</i>	150
STAIRS VLADIVOSTOK IS ACTIVE COMPONENT OF URBAN IMPROVEMENT <i>Chernyavina L.A., Obertas O.G.</i>	156
ONTOLOGICAL ENGINEERING OF THE PRODUCTION PROCESS WITH THE ACHIEVEMENT OF FOOD SAFETY <i>Chernyakhovskaya L.R., Atnabaeva A.R.</i>	161
Pedagogical sciences (13.00.01, 13.00.02, 13.00.03, 13.00.04, 13.00.05, 13.00.08)	
FIXATION METHODS OF CULTURAL COMPETENCIES IN THE EDUCATIONAL MATERIAL CONTENT OF A TEXTBOOK (AS EXEMPLIFIED BY SUBJECTS BELONGING TO THE BASIC EDUCATION CURRICULUM) <i>Artyushina L.A., Troitskaya E.A.</i>	167
ACCOUNTING THE PECULIARITIES OF THE MATERNITY LANGUAGE OF STUDENTS, HINDI CARRIERS, IN THE STUDY OF RUSSIAN PRONOUNS <i>Baltaeva V.T., Evdokimova A.G.</i>	171
SOCIAL AND PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES AND SUPPORT OF ELDERLY PEOPLE (MAGNITOGORSK CITY) <i>Bezenkova T.A., Ispulova S.N., Oleynik E.V., Potrikeeveva O.L., Suprunenko G.A., Andrusyak N.Yu.</i>	176

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF PROJECT ACTIVITIES ON PUPILS' MOTIVATION TO STUDY MATHEMATICS <i>Vlasenko A.A., Maslak A.A., Shishkin A.B.</i>	181
THE EXPERIENCE OF IMPLEMENTATION OF THE PROJECT METHOD IN HIGHER EDUCATION WITH THE MEANS OF CLOUD TECHNOLOGIES <i>Didenko G.A., Stepanova O.A.</i>	187
KNOW YOURSELF BEFORE TEACHING OTHERS (AN EXPERIENCE OF SOCIOLOGICAL SURVEY OF HIGHER SCHOOL TEACHERS) <i>Zubarev V.F., Bondarev G.A.</i>	192
INNOVATIVE METHODOLOGY OF TEACHING THE PROBABILITY THEORY IN LARGE ACADEMIC FLOWS <i>Krasnoshchekov V.V., Semenova N.V.</i>	199
HOW TO OPTIMIZE PLANNING OF STUDENTS' INDEPENDENT WORK TIME <i>Ovchinnikova L.P., Mikhelkevich V.N., Korkina S.V.</i>	204
THE CONTENT AND FOCUS OF TEACHER-SPEECH THERAPIST'S DEVELOPMENT OF COMMUNICATION SKILLS IN PRESCHOOLERS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS <i>Panasenko K.E.</i>	209
MULTICULTURISM AS A BASIC FACTOR OF THE MODERN EDUCATIONAL PARADIGM <i>Reznikova A.V., Vnukovskaya A.V., Shokirov Sh.A.</i>	214
PEDAGOGICAL DESIGN OF MODULAR CONSTRUCTION OF THE PROCESS OF TEACHING FUTURE PRIMARY SCHOOL TEACHERS IN THE MAGISTRACY <i>Savenkov A.I., Lvova A.S., Lyubchenko O.A.</i>	218
CONSTRUKTIVE ASPECTS OF ANALYTICAL WORK ON VERIFICATION THE LEVEL OF FORMATION OF THE ART DIALOGUE IN THE PIANO ENSEMBLE <i>Chabaeva A.M.</i>	223

УДК 664.165:547.455

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА В СИСТЕМАХ МОНОСАХАРИД – АРИЛАМИН

Черепанов И.С., Абдуллина Г.М.*ФБГОУ ВО «Удмуртский государственный университет», Ижевск, e-mail: cherchem@mail.ru*

Исследована возможность применения amino-карбонильных реакций для получения углерод-насыщенных твердых продуктов в системах на основе альдогексоз. Показано, что использование осушенного этанола в качестве растворителя позволяет интенсифицировать целевые процессы, приводящие к получению сложной смеси веществ, фракционирование которой приводит к различным по составу продуктам. Анализ ИК-Фурье спектров показывает, что водорастворимая фракция представлена продуктами деструкции углеводных компонентов, при этом вещества, составляющие водонерастворимую фракцию, по данным элементного анализа могут быть отнесены к продуктам карбонизации и содержат больше углерода (%), чем синтезируемые по общепринятым методикам меланоидины. Последнее подтверждается математической обработкой, анализом и сопоставлением ИК-Фурье спектров синтезированных продуктов с известными спектрами карбонизированных углеводов и природных углерод-насыщенных материалов. Механизмы их формирования в условиях эксперимента, вероятно, включают на начальном этапе процессы образования и последующей конденсации дезоксозонов; дальнейшее развитие реакций предполагает циклизацию и ароматизацию с образованием конденсированных шестичленных производных, способных к последующим превращениям. Результаты проведенных исследований перспективны для совершенствования технологий получения пористых углеродных материалов, целевое назначение которых – адсорбенты и поглотители.

Ключевые слова: углерод-насыщенные продукты, ИК-Фурье спектроскопия, моносахариды, *p*-толуидин, этанольные среды

INVESTIGATION OF CARBON-RICH PRODUCTS FORMATION PROCESSES IN MONOSACCHARIDE – ARYL AMINE SYSTEMS

Cherepanov I.S., Abdullina G.M.*Federal Budgetary Educational Institution of Higher Education Udmurt State University,
Izhevsk, e-mail: cherchem@mail.ru*

The possibility of amino-carbonyl reactions application for isolating carbon-saturated solid products in aldohexose systems is investigated. It is shown that use of dry ethanol as solvent allows to intensify the target processes leading to receiving the complex mixture of substances which fractionating leads to products, various on structure. The analysis of IR-Fourier spectrums shows that the water-soluble fraction is presented by the products of carbohydrate destruction components; the water insoluble fraction substances according to elemental analysis can be due to carbonization products, and it's carbon content (%) higher, than of traditional melanoidins. The last is confirmed by mathematical analysis and comparison of IR-Fourier spectra of the synthesized products to the known spectra of carbonized carbohydrates and natural carbon-rich materials; mechanisms of their formation in experimental conditions probably include processes of formation and the subsequent condensation of desoxosones at the initial stages. Further development of reactions assumes ring formation and aromatization with formation of the condensed six-member ring derivants capable to further transformations. Results of the conducted researches are perspective for perfecting of technologies of receiving porous carbon materials, which purpose – adsorbents and absorbers.

Keywords: carbon-rich products, IR-Fourier transform spectroscopy, monosaccharides, *p*-toluidine, ethanolic media

Углеводное сырье традиционно остается в химической технологии органических веществ одним из наиболее доступных и функциональных, в связи с чем не ослабевает интерес к изучению процессов переработки сахаров с целью получения продуктов с различными целевыми свойствами [1]. Одним из перспективных направлений является прямая термическая обработка углеводов, позволяющая получать пористые углеродные материалы, в частности методы гидротермальной карбонизации [2]. В одном из недавних исследований [3] показана возможность получения пористых продуктов прямой карбонизацией фруктозы в присутствии

флороглюцина в подкисленной водно-этанольной среде, характеристики удельной объемной пористости которых сопоставимы с таковыми для продуктов высокотемпературного пиролиза (600–800 °С). Еще в более мягких температурных условиях по данным авторов [4] могут быть получены аналогичные материалы на основе лактозы. В общем случае потенциальные возможности углеводов при получении из них углерод-насыщенных продуктов достаточно высоки: из глюкозы могут быть синтезированы составы с содержанием углерода 70–90% [5].

Роль воды в гидротермальных реакциях является сложной [5], при этом ее

свойства сильно зависят от температуры. В условиях, характерных для процессов гидротермальной обработки диэлектрическая проницаемость воды уменьшается, и она действует как неполярный растворитель: при 250–350 °С ее поведение приближается к таковому для органических растворителей при комнатной температуре [5]. Можно предположить, что органические растворители в определенных условиях также способны активизировать процессы формирования карбонизированных структур.

Ранее нами было установлено [6], что, варьируя параметры реакционной среды в этанольных системах углеводов – ароматический амин, можно в сравнительно мягких условиях получать псевдомеланоидины различного строения, по качественному составу аналогичные карбонизированным углеводам [2–4]; интенсификация подобных процессов должна приводить к росту содержания углерода в продуктах. В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение amino-карбонильных взаимодействий на основе *D*-маннозы (Man), *D*-глюкозы (Glc) и *D*-галактозы (Gal) в условиях, способствующих формированию углерод-насыщенных твердых продуктов.

Материалы и методы исследования

В работе использовались реактивы марки ч.д.а., процессы проводились в среде осушенного (99%) этанола. Эквимолярные (0,002 моль) смеси каждой альдогексозы с *n*-толуидина гидросульфатом в 20 мл растворителя термостатировались в течение 1 часа при 70 °С в колбах с обратным холодильником. Динамика реакций контролировалась спектрофотометрически (спектрофотометр СФ-2000, ООО «ОКБ СПЕКТР», Санкт-Петербург), для чего отбирались пробы (1 мл), которые разбавлялись этанолом в соотношении 1:10 и фотометрировались в кварцевых кюветах. Из основной реакционной массы удалялся растворитель, твердые продукты дважды промывались абсолютным эфиром, затем дистиллированной водой на стеклянных фильтрах до получения бесцветного раствора над нерастворившимся черным осадком. Для всех высушенных твердых продуктов снимались ИК-Фурье спектры (ИК-Фурье спектрометр ФСМ-2201, ООО «Инфраспек», Санкт-Петербург), математическая обработка спектров и расчет интегральных интенсивностей полос *I* проводились с использованием данных программы FSpec. Дополнительно выполнялся элементный анализ твердых образцов (Элементный анализатор «Vario MICRO Cube», Elemental Analyzer GmbH, Germany).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ электронных спектров реакционных систем к моменту окончания термостатирования показывает значительное поглощение практически во всей видимой

области, визуально отмечается черно-коричневая окраска растворов, при этом динамика нарастания интенсивности окрашивания существенно выше отмеченной авторами [1] для катализируемой полифосфорными кислотами деградации глюкозы. Спектры имеют характерные для карбонизированных углеводов [4] высокоинтенсивные максимумы и инфлексии в области 420–450 нм, переходящие в участки непрерывного поглощения.

Высокая интенсивность процессов может являться следствием гетерогенного характера amino-карбонильных взаимодействий в средах с ограниченной растворимостью углеводов, что наблюдалось автором работы [7] при изучении процессов *N*-ариламиногликозилирования. В этом случае интенсивность протекания реакции практически не зависит от основности амина, а определяется пространственным строением исходного углевода: визуальное наблюдение за динамикой процессов показывает образование окрашенных продуктов уже через 10 минут с начала термостатирования. Интегральная интенсивность протекания процессов в системе на основе *D*-маннозы максимальна, что может быть связано с пространственными эффектами [7], тем не менее, сложная природа спектров не позволяет однозначно сравнивать активность углеводов в изучаемых условиях.

Анализ ИК-Фурье спектров твердых продуктов полной реакционной системы после промывки эфиром показывает наличие полос, характерных для смеси продуктов сложного состава (рис. 1). Валентные колебания связей ОН (3200–3400 см⁻¹), алифатических ν_{C-H} (2920 см⁻¹) и ароматических ν_{C-H} (3037 см⁻¹) фиксируются в высокочастотной области. Полоса при 1730 см⁻¹ может быть отнесена к валентным колебаниям карбонильных групп, полосы колебаний кратных связей 1622, 1518 и 1590 см⁻¹ свидетельствуют о наличии непредельных и ароматических фрагментов [4].

Тонкая структура в области 1000–1200 см⁻¹ указывает на присутствие в структуре гетероциклических колец различной степени трансформации (ν_{C-O-C}); полосы верхней границы диапазона можно отнести к колебаниям связей С-О в фенольных структурах. Низкочастотная область также свидетельствует об ароматической природе выделенных продуктов: поглощение при 740–750, 806, 870 см⁻¹ отвечает внеплоскостным деформационным колебаниям γ_{C-H} в ароматических кольцах [2]; более высокая интенсивность последних указывает на преобладание бензольных производных в структуре продуктов.

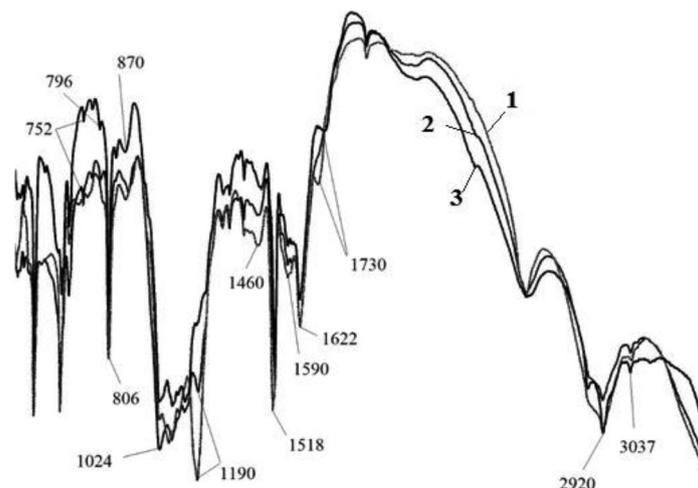


Рис. 1. ИК-Фурье спектры продуктов полных реакционных систем на основе: 1. Man; 2. Gal; 3. Glc

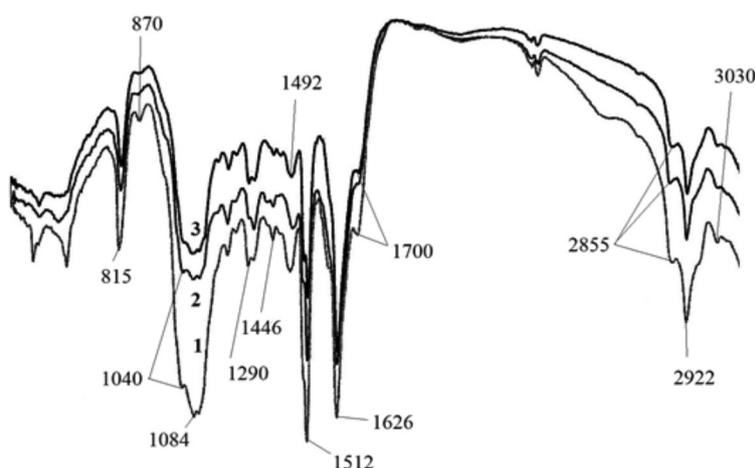


Рис. 2. ИК-Фурье спектры продуктов после фракционирования водой: 1. Man; 2. Gal; 3. Glc

Отделение водорастворимой фракции изменяет характер спектра (рис. 2), его профиль становится менее сложным, часть полос в сравнении со спектрами полных реакционных систем не проявляется.

В частности, сигналы, отвечающие колебаниям гетероциклических фрагментов, в спектрах водонерастворимых продуктов не регистрируются, два четких максимума при 815 и 870 см^{-1} отвечают *n*-дизамещенным бензольным кольцам и кольцам с изолированным протоном соответственно и могут характеризовать конденсированные полизамещенные ароматические структуры [8].

Отношение интегральных интенсивностей сигналов $I_{1500-1630}/I_{1260-1020}$ при переходе к продуктам водонерастворимых фракций изменяется в сторону увеличения, что предполагает возрастание неопределенности структуры и рост степени карбонизации.

Дифференцирование спектральных полос валентных колебаний кратных связей позволяет существенно улучшить их разрешение (рис. 3) и произвести отнесение сигналов к фрагментам структуры.

Как видно из рис. 3, составные полосы кратных связей можно разделить на области валентных колебаний $\nu_{\text{C=O}}$ в кетонах, карбоксильных и сложноэфирных группах 1750–1680 см^{-1} , в сопряженных карбонилах 1680–1620 см^{-1} и $\nu_{\text{C=C}}$ ароматических систем 1620–1550 см^{-1} ; описанные фрагменты характерны для структуры карбонизированных продуктов [2].

В «водородной» области 2800–3100 см^{-1} также наблюдаются некоторые изменения при выделении водонерастворимых фракций. Отношение $I_{3000-3100}/I_{2800-3000}$ характеризующее степень конденсации ароматических колец [9] при фракционировании

несколько снижается (падает интенсивность полосы при 3037 см^{-1}), что в совокупности с уменьшением интенсивности полосы при 1590 см^{-1} может указывать на переход части веществ ароматической природы в водную фазу.

Наличие предельных ациклических цепей в структуре продуктов и степень их разветвлённости оценивается отношением интенсивностей полос I_{2955}/I_{2922} , отвечающим асимметричным валентным колебаниям фрагментов CH_3 и CH_2 соответственно. В исходных спектрах полоса в интервале $2900\text{--}2960\text{ см}^{-1}$ является составной, улучшение разрешения достигалось двой-

ным дифференцированием спектральных полос (рис. 4), при этом соотношение I_{2955}/I_{2922} меньше 1, что свидетельствует о наличии нециклических фрагментов в структуре продуктов, представленных, вероятно, остатками исходных углеводов, либо продуктами их прямой трансформации.

Элементный анализ показывает повышение содержание углерода в продуктах водонерастворимых фракций. Сопоставление соотношения элементов (отношения Н/С, О/С) в составе полученных продуктов (рис. 6) показывает близость синтезированных веществ к традиционно получаемым карбонизированным углеводам [2].

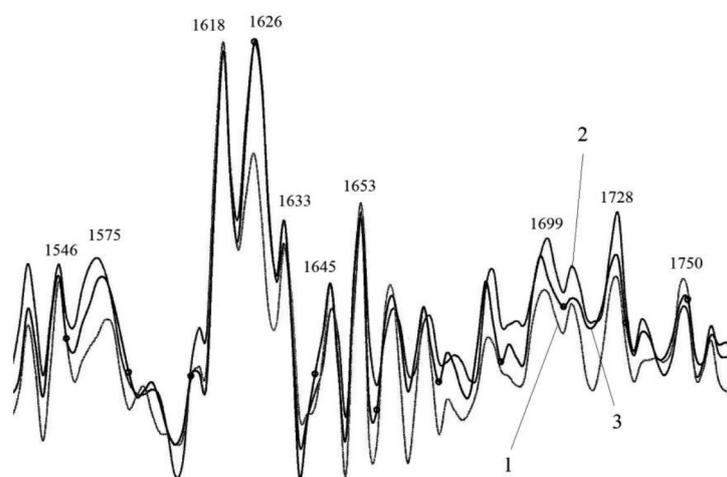


Рис. 3. Вторая производная фрагментов ИК-Фурье спектров продуктов водонерастворимой фракции в области $1550\text{--}1800\text{ см}^{-1}$: 1. Gal; 2. Man; 3. Glc

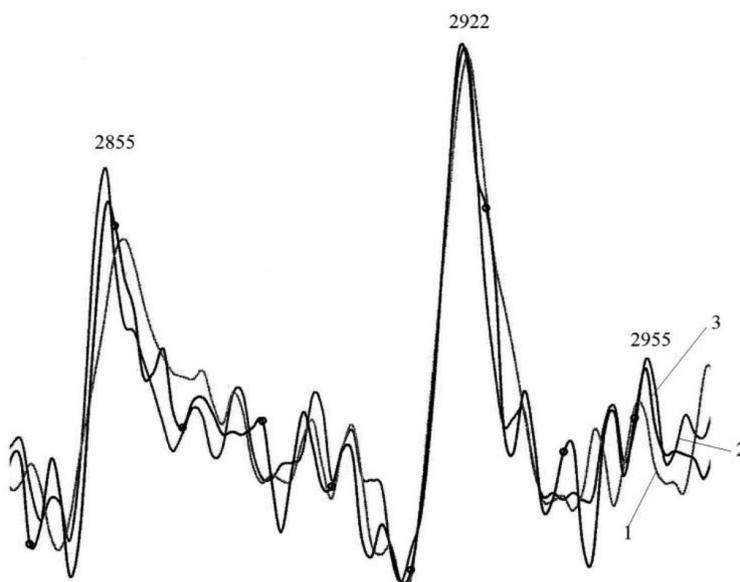


Рис. 4. Вторая производная фрагментов ИК-Фурье спектров продуктов водонерастворимой фракции в области $2860\text{--}2960\text{ см}^{-1}$: 1. Man; 2. Gal; 3. Glc

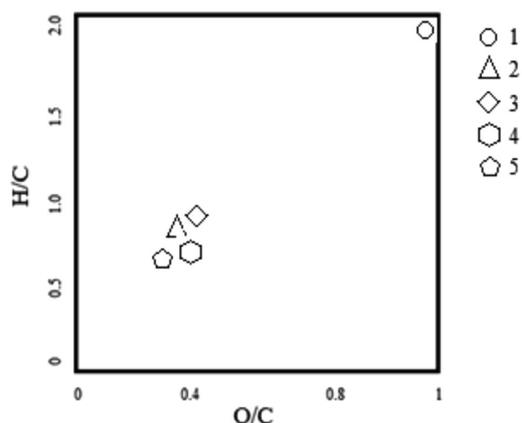


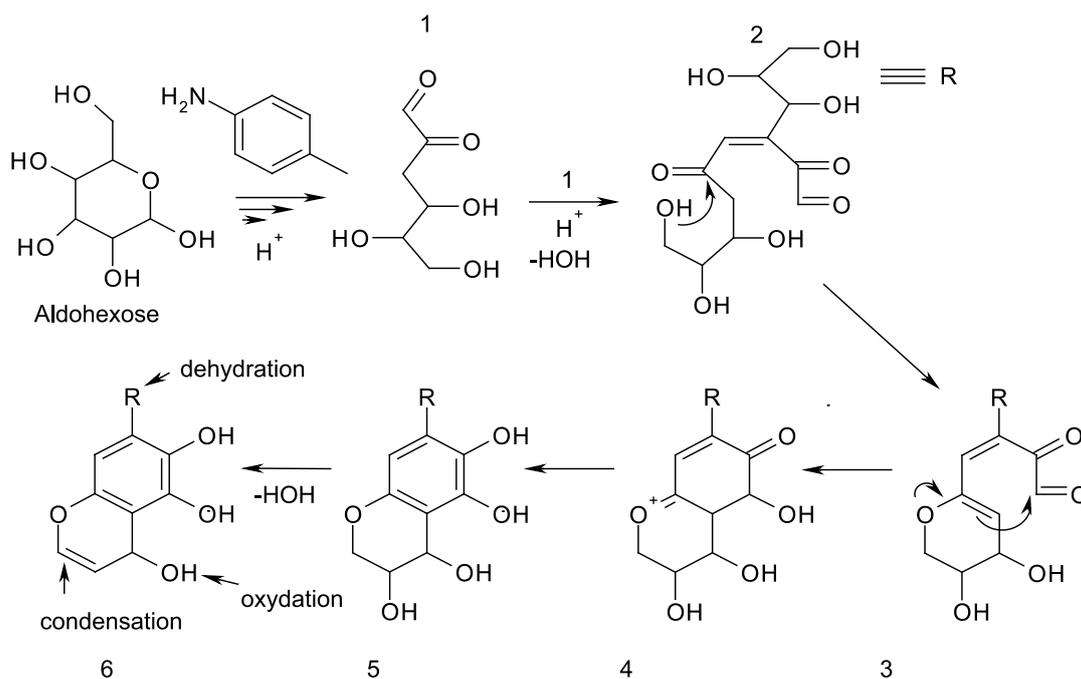
Рис. 5. Диаграмма Ван Кревелина для исходных углеводов и продуктов их карбонизации: 1 – исходные альдогексозы; 2, 3, 4 – продукты водонерастворимых фракций систем на основе Man, Gal, Glc соответственно; 5 – продукты карбонизации глюкозы [2]

Для строгой количественной оценки состава выделенных продуктов была проведена математическая обработка ИК-Фурье спектров с привлечением данных элементного анализа [8]. Значение фактора ароматичности f_a было рассчитано, исходя из параметров содержания общего и алифатического углерода (C , C_{al}) и водорода (H , H_{al}) в составе продуктов [10]. Значения I областей соответствующего частотного диапазона определялись не-

посредственно из спектров, отношение H_{al}/C_{al} принималось равным 1,8 [8]. Рассчитанные значения f_a – 0,556 (Man), 0,557 (Glc), 0,563 (Gal) – оказываются сопоставимыми с параметрами природных углерод-насыщенных материалов [2, 8].

Процессы формирования структуры продуктов карбонизации, изученные разными авторами, включают реакции конденсации, дегидратации, ароматизации и гетероциклизации [2], приводящие к образованию полициклических производных бензольного и фуранового рядов [2, 4], а также полигликозидных цепей, образующихся в результате межмолекулярной дегидратации углеводов и связанных с ароматическим остовом. При этом механизмы образования промежуточных и конечных структур в системах на основе углеводов в данной и большинстве других публикаций не раскрываются. Направления формирования структуры, связанные с образованием полигликозидов и полифуранов [3] в принятых условиях эксперимента, не являются основными, поскольку сахар-аминные реакции кинетически превалируют над процессами превращения углеводов в отсутствие аминов [6].

Ранее было показано [6], что в процессе амино-карбонильных конденсаций с участием *n*-толуидина происходит образование дезоксонов (1), которые способны к дальнейшей альдольно-кратоновой автоконденсации (1→2):



Конденсация по аналогичной схеме исходных углеводов, как это предполагается авторами [10], в условиях нашего эксперимента маловероятна. Дальнейшие процессы развиваются в направлении циклизации, ароматизации (2→5) и дегидратации (5→6) [10], формируя структуру углерод-насыщенных продуктов, со временем усложняющуюся из-за протекания аналогичных процессов. Подобная схема может быть реализована с участием интермедиатов распада углеводов другого строения, при этом детально механизмы формирования структур в подобных системах еще предстоит изучить.

Таким образом, можно констатировать, что этанольные углевод-ариламинные системы позволяют получать углерод-насыщенные продукты, содержащие 65–68% углерода, при этом принятые в описанном виде экспериментальные условия неселективны для процессов карбонизации и амино-карбонильные реакции протекают по нескольким параллельным направлениям, формируя структуры различной природы. Тем не менее предлагаемый подход к синтезу углерод-насыщенных материалов перспективен для дальнейших исследований, поскольку при достаточной простоте и доступности позволит существенно смягчить реакционные условия, уменьшая побочные процессы образования летучих веществ, неизбежных при высокотемпературной обработке.

Список литературы

1. Pan K. Large scale synthesis of carbon nanospheres and their application as electrode material for heavy metals ion detection / K. Pan, H. Ming // *New J. Chem.* 2012. – Vol. 36. – P. 113–118.
2. Sevilla M. Chemical and structural properties of carbonaceous products obtained by hydrothermal carbonization of saccharides / M. Sevilla, A. Fuertes // *Chem. Eur. J.* 2009. – Vol. 15. – P. 4195–4203.
3. Bai C.-X. Preparation of porous carbon directly from hydrothermal carbonization of fructose and phloroglucinol for adsorption of tetracycline / C.-X. Bai, F. Shen, X.-H. Qi // *Chin. Chem. Lett.* 2017. – Vol. 28. – P. 960–962.
4. Sahiner N. Synthesis, characterization and of carbon microspheres for removal different dyes from aqueous environments / N. Sahiner, M. Farooq, S. Rehman // *Water Air Soil Pollut.* 2017. – Vol. 228. – P. 382–393.
5. Крылова А.Ю. Гидротермальная обработка биомассы (обзор) / А.Ю. Крылова, В.М. Зайченко // *Химия твердого топлива.* 2018. – № 2. – С. 36–50.
6. Черепанов И.С. Эффекты среды в реакциях неферментативного окрашивания в системах углевод-ариламин / И.С. Черепанов, А.В. Трубочев // *Химическая физика и мезоскопия.* 2018. – № 1. – С. 137–144.
7. Shul'tsev A.L. N-glycosides of 4-aminostyrene / A.L. Shul'tsev // *Rus. J. Gen. Chem.* 2014. – Vol. 84. – P. 235–241.
8. Ibarra V. FTIR study of the evolution of coal structure during the coalification process / V. Ibarra, E. Munoz, R. Moliner // *Org. Geochem.* 1996. – Vol. 24. – P. 725–735.
9. Asemani M. Oil-oil correlation by FTIR spectroscopy of asphaltene samples / M. Asemani, A. Rabbani // *Geosci. J.* 2016. – Vol. 20. – P. 273–283.
10. Rasmussen H. New degradation compounds from lignocellulosic biomass pretreatment: routes for formation of potent oligophenolic enzyme inhibitors / H. Rasmussen, D. Tanner, H. Sorensen // *Green Chem.* 2017. – Vol. 19. – P. 464–473.