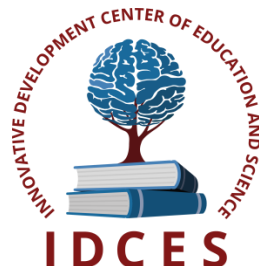


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные вопросы современных математических и
естественных наук**

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 марта 2016г.)**

**г. Екатеринбург
2016 г.**

Актуальные вопросы современных математических и естественных наук / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. г.Екатеринбург, 2016г.. 84 с.

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук Благодатнова Анастасия Геннадьевна (г.Новосибирск), кандидат биологических наук Войтка Дмитрий Владимирович (аг.Прилуки), кандидат физико-математических наук, доцент Казьмин Игорь Александрович (г.Ростов-на-Дону), кандидат физико-математических наук, доцент Кайракбаев Аят Крымович (г.Актобе), доктор физико-математических наук, профессор Каленский Александр Васильевич (г.Кемерово), кандидат биологических наук, доцент Корж Александр Павлович (г.Запорожье), доктор биологических наук, профессор Ларионов Максим Викторович (г.Балашов), доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН Лебедев Владимир Ильич (г.Кызыл), доктор биологических наук, профессор Лесовская Марина Игоревна (г.Красноярск), кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Юрий Никитич (г.Санкт-Петербург), кандидат физико-математических наук, член-корреспондент АИАН Лукин Александр Николаевич (г.Туапсе), кандидат биологических наук Малыгина Наталья Владимировна (г.Екатеринбург), кандидат физико-математических наук Матвеева Юлия Васильевна (г.Саратов), кандидат биологических наук, доцент Мошкина Светлана Владимировна (г.Орел), доктор химических наук, профессор Назарбекова Сауле Полатовна (г.Шымкент), доктор биологических наук, профессор Нурбаев Серик Долдашевич (г.Алматы), доктор биологических наук, профессор Околелова Анна Ароновна (г.Волгоград), кандидат физико-математических наук, доцент Седова Наталия Викторовна (г.Тамбов), кандидат биологических наук, профессор РАН Соловьева Анна Геннадьевна (г.Нижний Новгород), кандидат химических наук Туманов Владимир Евгеньевич (г.Черноголовка), кандидат физико-математических наук, доцент Чочиев Тимофей Захарович (г.Владикавказ), кандидат химических наук, профессор Шпейзер Григорий Моисеевич (г.Иркутск)

В сборнике научных трудов по итогам **III** Международной научно-практической конференции «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г.Екатеринбург представлены научные статьи, тезисы, сообщения аспирантов, соискателей ученых степеней, научных сотрудников, докторантов, преподавателей ВУЗов, студентов, практикующих специалистов в области естественных и математических наук Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)	9
МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)	9
СЕКЦИЯ №1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)	9
ОБЩЕЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА Чочиев Т.З.	9
СЕКЦИЯ №2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)	11
СЕКЦИЯ №3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)	12
СЕКЦИЯ №4. ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)	12
СЕКЦИЯ №5. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)	12
ПРОГРАММА АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ (ПРЕДСТАВЛЕННЫХ ТАБЛИЦАМИ СОПРЯЖЕННОСТИ 2X2) ДЛЯ ANDROID ПЛАНШЕТА Перцов С.С., Стюрева Г.М., Муслов С.А., Корнеев А.А., Зайцева Н.В., Сеницын А.А., Подымов В.Ф., Сидорова Л.Н.	12
СЕКЦИЯ №6. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)	13
АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ И КОМБИНАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБОБЩЕНИЙ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ Иванов О.А.	13
СЕКЦИЯ №7. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)	15
СЕКЦИЯ №8. ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)	15
МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)	16
СЕКЦИЯ №9. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)	16
ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПО ОКРУЖНОСТИ СО СТОЛКНОВЕНИЯМИ Назмутдинов А.Ф., Назмутдинова Л.Р.	16
СЕКЦИЯ №10. МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)	18
СЕКЦИЯ №11. МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)	18
СЕКЦИЯ №12. ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)	18
СЕКЦИЯ №13. БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)	19

АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)	19
СЕКЦИЯ №14.	
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)	19
СЕКЦИЯ №15.	
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)	19
СЕКЦИЯ №16.	
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)	19
СЕКЦИЯ №17.	
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)	19
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)	19
СЕКЦИЯ №18.	
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)	19
СЕКЦИЯ №19.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)	19
СЕКЦИЯ №20.	
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)	19
СЕКЦИЯ №21.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)	19
СЕКЦИЯ №22.	
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)	19
СЕКЦИЯ №23.	
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)	19
СЕКЦИЯ №24.	
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)	20
СЕКЦИЯ №25.	
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)	20
СЕКЦИЯ №26.	
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)	20
СЕКЦИЯ №27.	
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)	20
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК КРТ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ МЫШЬЯКА	
Ляпунов Д.В.	20
СЕКЦИЯ №28.	
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)	23
СЕКЦИЯ №29.	
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)	23
СЕКЦИЯ №30.	
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)	23
СЕКЦИЯ №31.	
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)	24

СЕКЦИЯ №32. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)	24
СЕКЦИЯ №33. ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)	24
СЕКЦИЯ №34. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18).....	24
СЕКЦИЯ №35. ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)	24
СЕКЦИЯ №36. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)	24
СЕКЦИЯ №37. ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)	24
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)	24
СЕКЦИЯ №38. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)	24
ГАЛОГЕНИДЫ ТАЛЛИЯ И СЕРЕБРА – УНИКАЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИБОРОВ ИНФРАКРАСНОЙ, ЛАЗЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ Полякова Г.В., Лисицкий И.С.	24
СЕКЦИЯ №39. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)	27
СЕКЦИЯ №40. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03).....	27
СЕКЦИЯ №41. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)	27
СЕКЦИЯ №42. ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)	27
СЕКЦИЯ №43. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06).....	28
ВЛИЯНИЕ ВЫДЕРЖКИ КИСЛЫХ РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ НИХ ПЛЁНОК Мичурина Н.Г., Шмаков С.Л.	28
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИОННОГО ЗОНДА ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОВЯЗКОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АМИЛОЗЫ И Na-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ Лысачок С.Г., Шмаков С.Л.	31
ПРИМЕНЕНИЕ СМЕШАННОГО РАСТВОРИТЕЛЯ МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА – D-АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА – ВОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЁНОК ХИТОЗАНА Анненкова Н.С., Шмаков С.Л.	34
ТЕМПЕРАТУРА ТЕКУЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ Мацевич Т.А., Попова М.Н., Мацевич А.В., Аскадский А.А.	37
СЕКЦИЯ №44. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08).....	41
СЕКЦИЯ №45. ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)	42
СЕКЦИЯ №46. БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10).....	42

СЕКЦИЯ №47.	
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)	42
СЕКЦИЯ №48.	
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)	42
СЕКЦИЯ №49.	
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)	42
МОДИФИЦИРОВАННАЯ АЛКИЛФЕНОЛЯТНАЯ ПРИСАДКА К МОТОРНЫМ МАСЛАМ	
Нагиева Э.А., Мамедьярова Х.Н., Кязим-заде А.К., Гадиров А.А., Ибадова С.Я.	42
СЕКЦИЯ №50.	
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14).....	45
СЕКЦИЯ №51.	
КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15).....	45
СЕКЦИЯ №52.	
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)	45
СЕКЦИЯ №53.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17).....	45
СЕКЦИЯ №54.	
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21).....	45
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00).....	45
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)	45
СЕКЦИЯ №55.	
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01).....	45
СЕКЦИЯ №56.	
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)	45
СЕКЦИЯ №57.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03).....	45
СЕКЦИЯ №58.	
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04).....	45
СЕКЦИЯ №59.	
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)	46
СЕКЦИЯ №60.	
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)...	46
ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ СЦИФОИДНЫХ МЕДУЗ <i>AURELIA AURITA</i> И <i>RHOPILEMA</i>	
<i>ASAMUSHI</i> ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ	
Набережных Г.А., Юферова А.А.	46
СЕКЦИЯ №61.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07).....	48
СЕКЦИЯ №62.	
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08).....	48
СЕКЦИЯ №63.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09).....	48

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)	48
СЕКЦИЯ №64. БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)	48
СЕКЦИЯ №65. ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)	48
СЕКЦИЯ №66. МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)	49
СЕКЦИЯ №67. ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)	49
СЕКЦИЯ №68. ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)	49
СЕКЦИЯ №69. ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)	49
СЕКЦИЯ №70. ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)	49
СЕКЦИЯ №71. ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)	49
ГИДРОБИОНТЫ-ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ВЫСОКОГОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВЫСОКОГОРНЫХ РЕГИОНОВ. Залихан-Будаева Л.М.	49
ИНФОРМАТИВНОСТЬ ТЕСТ-ФУНКЦИЙ НИЗШИХ И ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СУРЬМЫ Олькова А.С., Будина Д.В., Фокина А.И., Даровских Л.В.	58
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ФАСОЛИ СОРТА ЗЛОТИСТАЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЭНДОФИТНЫМИ БАЦИЛЛАМИ И РИЗОБИЯМИ Юзкаяева Э.Р., Кутуева А.Г., Дмитриева Д.Ф., Крымова А.И., Ахметшина Д.В., Фаткуллина А.Н., Гарипова С.Р.	61
СЕКЦИЯ №72. БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)	64
СЕКЦИЯ №73. ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)	64
СЕКЦИЯ №74. ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)	64
СЕКЦИЯ №75. МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)	64
СЕКЦИЯ №76. ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)	64
СЕКЦИЯ №77. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)	64
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)	64
СЕКЦИЯ №78. ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)	64
СЕКЦИЯ №79. АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)	64

СЕКЦИЯ №80.	
ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)	64
СЕКЦИЯ №81.	
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)	64
СЕКЦИЯ №82.	
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)	64
СЕКЦИЯ №83.	
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)	64
ГЕОГРАФИЯ.....	65
СЕКЦИЯ №84.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)	65
СЕКЦИЯ №85.	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)	65
СЕКЦИЯ №86.	
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)	65
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	65
СЕКЦИЯ №87.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	65
APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS FOR GASOLINE BLENDING BENEFITS ESTIMATION	
Kuvykin V.I., Matveev A.E., Naumova S.V., Potekhina E.V.	65
АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ПЕЧАТНЫХ НАУЧНЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА ПК	
Макоха А.Н., Зайцев А.А.	67
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ VISUAL STUDIO 2013 В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА	
Слободчикова А.А.	73
САЙТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ	
Мулдашева С.В.	76
СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ, РАБОТАЮЩИЕ В СРЕДЕ ANDROID	
Сумбаараагийн А.Э.	78
ГЕОЛОГИЯ	79
СЕКЦИЯ №88.	
РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	79
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ В ИНЖЕНЕРНО ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БЕЛГОРОДА	
Писаренко М.Н., Колмыков С.Н.	79
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД	82

**СЕКЦИЯ №1.
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)**

ОБЩЕЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Чочиев Т.З.

Южный математический институт ВНИЦ РАН и РСО-А

В работе [1] изучается нелинейное уравнение второго порядка, соответствующее линейному уравнению третьего порядка. В настоящем удалось обобщить это уравнение и применяем к нему тот же способ рассмотрения, что к упомянутому нелинейному уравнению. Устанавливается, что его решение состоит из суперпозиции двух решений: решение линейного уравнения второго порядка и из общего нелинейного уравнения Риккати.

Ключевые слова: уравнение, нелинейное, линейное, выполнимость, удовлетворение, класс Риккати.

П.1. Нелинейное уравнение второго порядка.

Вышеупомянутое общее уравнение имеет вид:

$$z'' + Azz' + Bz' + Cz^3 + Dz^2 + Ez + F = 0, \quad (1.1)$$

где $A(x)$ допускает производную до третьего порядка; $B(x)$ и $C(x)$ дифференцируемые функции до второго порядка; $E(x)$ – непрерывно-дифференцируема, а $F(x)$ непрерывная функция; $C(x)$ с коэффициентом $A(x)$ связан равенством $C = -\frac{A(x)+1}{2}$.

С классом уравнений (1.1) связаны решения линейных уравнений третьего порядка[1]. Поэтому его изучение в общем виде имеет определенный смысл.

Докажем теорему.

Теорема 1. Если неизвестные функции A_1, B_1, C_1, E_1 и N удовлетворяют системе равенств,

$$\begin{aligned} 2A_1 - 1 &= A, & B_1' + A_1E_1 &= E, \\ B_1 - E_1 &= B, & C_1' + E_1C_1 - N &= F, \\ A_1' + A_1E_1 - B_1 &= D, & C &= -\frac{A+1}{2}. \end{aligned} \quad (1.2)$$

то уравнение (1.1) допускает следующее представление

$$(z' + A_1z^2 + B_1z + C_1)' + (E_1 - z)(z' + A_1z^2 + B_1z + C_1) = N, \quad (1.3)$$

причем ($A_1 \neq 0$),

$$\begin{cases} A_1 = \frac{A+1}{2} = -C; E_1 = \frac{B+D-A_1'}{A_1+1}; B_1 = \frac{A_1B-D+A_1'}{A_1+1}; \\ C_1 = \left(\frac{A_1B-D+A_1'}{A_1+1}\right)' + \frac{(B+D-A_1')(A_1B-D+A_1')}{(A_1+1)^2}; \\ N = \left[\left(\frac{A_1B-D+A_1'}{A_1+1}\right)' + \frac{(B+D-A_1')(A_1B-D+A_1')}{(A_1+1)^2} - E\right]' + \\ + \frac{B+D-A_1'}{A_1+1} \left[\left(\frac{A_1B-D+A_1'}{A_1+1}\right)' + \frac{(B+D-A_1')(A_1B-D+A_1')}{(A_1+1)^2} - E\right] - F. \end{cases} \quad (1.4)$$

Чтобы убедиться, в (1.1) коэффициентов A, B, D, E и F заменяем своими левыми значениями из выражения (1.2), тогда после группировки получим (1.3). Напоминаем, что исследование в работе [1] нелинейное уравнение.

$$z'' - 3zz' + 2A_0z' + z^3 - 2A_0z^2 + (A_0' + A_0^2 + B_0)z = A_0B_0 + B_0' - C_0, \quad (I)$$

является частным случаем (1.1), допускающее представление вида:

$$(z' - z^2 + A_0z - B_0)' + (A_0 - z)(z' - z^2 + A_0z - B_0) = -C_0. \quad (II)$$

Будем следовать методу, примененному (II) в работах [1.2.3].

(1.3) переписываем без правой части

$$(z' + A_1 z^2 + B_1 z + C_1)' + (E_1 - z)(z' + A_1 z^2 + B_1 z + C_1) = 0. \quad (1.5)$$

Умножаем его на $e^{\int_0^\xi (E_1 - z) d\xi}$,

где $\frac{d\xi}{dx} = -A_1$; легко сообразить, что

$$e^{\int_0^\xi (E_1 - z) d\xi} \frac{d}{d\xi} \left(\frac{dz}{dx} + A_1 z^2 + B_1 z + C_1 \right) \frac{d\xi}{dx} + \frac{d}{d\xi} e^{\int_0^\xi (E_1 - z) d\xi} \frac{d\xi}{dx} \left(\frac{dz}{dx} + A_1 z^2 + B_1 z + C_1 \right) = 0,$$

левая часть равенства есть не что иное, как производная произведения,

$$\frac{d}{d\xi} \left[e^{\int_0^\xi (E_1 - z) d\xi} \left(\frac{dz}{dx} + A_1 z^2 + B_1 z + C_1 \right) \right] \frac{d\xi}{dx} = 0, \quad (1.5)_1$$

из которого следует:

$$e^{-\int_0^\xi z d\xi} \left(\frac{dz}{d\xi} \frac{d\xi}{dx} + A_1 z^2 + B_1 z + C_1 \right) = C_0 e^{-\int_0^\xi E_1 d\xi},$$

где C_0 – произвольная постоянная. Или

$$A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) e^{-\int_0^\xi z d\xi} + B_1 z e^{-\int_0^\xi z d\xi} + C_1 e^{-\int_0^\xi z d\xi} = C_0 e^{-\int_0^\xi E_1 d\xi}.$$

Но это есть линейное неоднородное уравнение относительно $e^{-\int_0^\xi z d\xi}$,

$$A_1 \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)'' - B_1 \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)' + C_1 e^{-\int_0^\xi z d\xi} = C_0 e^{-\int_0^\xi E_1 d\xi}, \quad (1.6)$$

которое, с целью исследования, переписывается в форме

$$\left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)'' + \bar{A} \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)' + \bar{B} e^{-\int_0^\xi z d\xi} = C_0 \bar{D}, \quad (1.7)$$

где $\bar{A} = \frac{B_1}{A_1}$; $\bar{B} = \frac{C_1}{A_1}$; $\bar{D} = \frac{1}{A_1} e^{-\int_0^\xi E_1 d\xi}$.

Подобное уравнение нами изучено в [2,4] и его решение зависит от решения нелинейного уравнения класса Риккати [2].

В частности, примем что

$$\bar{A} = l + l_1; \quad \bar{B} = l' + ll_1, \quad (1.7)_1$$

где l и l_1 соответственно определяются

$$\begin{cases} l' - l^2 + \bar{A}l - \bar{B} = 0, \\ l_1 = \bar{A} - l. \end{cases} \quad (1.8)$$

Поскольку \bar{A} и \bar{B} заданные функции (см. (1.7) и (1.4)), то согласно работам [1,2], l и l_1 можем считать как известные.

Следовательно, с учетом представления (1.7)₁

$$\left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)'' + (l + l_1) \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)' + (l' - ll_1) e^{-\int_0^\xi z d\xi} = C_0 \bar{D},$$

или, после группировки

$$\left[\left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)' + l \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right) \right]' + l_1 \left[\left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)' + l \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right) \right] = C_0 \bar{D}.$$

Относительно квадратных скобок имеем линейное неоднородное уравнение первого порядка, из которого

$$\left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right)' + l \left(e^{-\int_0^\xi z d\xi} \right) = e^{-\int_0^\xi l_1 d\xi} \left(\gamma_1 + C_0 \int_0^\xi \bar{D} e^{-\int_0^\xi l_1 d\xi} d\xi \right) = F_1(\xi).$$

Отсюда для экспоненциальной функции имеем:

$$e^{-\int_0^\xi z d\xi} = e^{-\int_0^\xi l d\xi} \left(\gamma_2 + \int_0^\xi F_1(\xi) e^{\int_0^\xi l_1 d\xi} d\xi \right) = F_2(\xi). \quad (1.9)$$

Она и удовлетворяет уравнению (1.7), или уравнению (1.6), установленного из уравнения (1.5). Но уравнение (1.5) получено из (1.3) допущением его правой части $N = 0$.

П.2. решение уравнения (1.3).

Вернемся к уравнению (1.3); в переменной ξ – оно допускает представление вида:

$$\frac{d}{d\xi} \left[A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 \right] \frac{d\xi}{dx} + (E_1 - z) \left[A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 \right] = N,$$

или

$$\frac{d}{d\xi} \left[A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 \right] - \frac{E_1 - z}{A_1} \left[A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 \right] = -\frac{N}{A_1}. \quad (2.1)$$

Но, поскольку из (1.5)₁,

$$A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 = C_0 e^{-\int_0^\xi (E_1 - z) d\xi}, \quad (2.2)$$

есть тождество, то произвольную постоянную C_0 (согласно идее Лагранжа) заменив функцией $C_0 = C_0(\xi)$

$$\frac{dC_0}{d\xi} - \frac{(E_1 - z)(A_1 + 1)}{A_1} C_0 = -\frac{N}{A_1} e^{\int_0^\xi (E_1 - z) d\xi}.$$

Следовательно

$$C_0(\xi) = e^{\int_0^\xi \frac{(E_1 - z)(A_1 + 1)}{A_1} d\xi} \left(\gamma_0 + \int_0^\xi \frac{N}{A_1} e^{-\int_0^\xi \frac{E_1 - z}{A_1} d\xi} d\xi \right), \quad (2.3)$$

где γ_0 – постоянная.

Таким образом, (2.2), с учетом (2.3), есть

$$A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 = e^{\int_0^\xi \frac{E_1 - z}{A_1} d\xi} \left(\gamma_0 + \int_0^\xi \frac{N}{A_1} e^{-\int_0^\xi \frac{E_1 - z}{A_1} d\xi} d\xi \right) \quad (2.4)$$

и обращает (2.1) в тождество.

Итак, равенство

$$\frac{d}{d\xi} \left[A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 \right] - \frac{E_1 - z}{A_1} \left[A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 \right] = 0$$

есть тоже самое, что и (1.5), или (1.5)₁; но (1.5)₁ представляет собой (2.2),

$$A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 = \gamma_0 e^{\int_0^\xi \frac{E_1 - z}{A_1} d\xi},$$

которое выполняется тождественно.

Равенство (2.1) есть тоже самое, что и (1.3). Но (2.1) выполняется тождественно если в (2.1) подставить правую часть формулы

$$A_1 \left(-\frac{dz}{d\xi} + z^2 \right) + B_1 z + C_1 = -e^{\int_0^\xi \frac{E_1 - z}{A_1} d\xi} \int_0^\xi \frac{N}{A_1} e^{-\int_0^\xi \frac{E_1 - z}{A_1} d\xi} d\xi.$$

Раз удовлетворяет уравнение (2.1), то и удовлетворяет уравнение (1.3); поскольку в силу (1.4) система равенств (1.2) выполняется, то уравнение (1.1) (1.3) тождественные и из выполнимости (1.3) следует удовлетворение (1.1).

Список литературы

1. Чочиев Т. З. Дифференциальные уравнения высшего порядка // Основные проблемы естественных и математических наук, II МНК, сборник научных трудов, ИЦРОН, Волгоград, 2015, с. 12-18.
2. Чочиев Т.З. Дифференциальные уравнения высшего порядка. // XII международная научно – практическая конференция. «Отечественная наука в эпоху изменений постулаты прошлого и теории нового времени» jss 3385-8879 НАУ часть 3. Екатеринбург 2015 г. с. 18 – 24.
3. Чочиев Т. З. Об одном варианте исследования уравнения Риккати // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe volume 32(2), Polska, с. 61-66.
4. Чочиев Т.З. Об одном варианте исследования уравнения Риккати. // Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом, международная научно – практическая конференция. Сборник научных трудов по итогам конференции. Новосибирск, 2015. с.10-13.

СЕКЦИЯ №2.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)

**СЕКЦИЯ №3.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)**

**СЕКЦИЯ №4.
ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)**

**СЕКЦИЯ №5.
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)**

**ПРОГРАММА АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ (ПРЕДСТАВЛЕННЫХ ТАБЛИЦАМИ
СОПРЯЖЕННОСТИ 2X2) ДЛЯ ANDROID ПЛАНШЕТА**

**Перцов С.С., Стюрева Г.М., Муслев С.А., Корнеев А.А., Зайцева Н.В., Сеницын А.А., Подымов В.Ф.,
Сидорова Л.Н.**

ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический
университет имени А.И. Евдокимова
Кафедра нормальной физиологии и медицинской физики
г.Москва

Мы уже писали о линейке минипрограмм для PC Windows [1], которые позволяют обойтись без известных, мощных, но громоздких и не всегда доступных статистических пакетов при анализе медицинских данных, представленных в виде таблиц сопряженности различной размерности. В данной работе сообщается о создании программы Doctor 2x2, предназначенной для тех же целей, но выполненной на базе операционной системы Android. Такое решение вызвано растущей популярностью электронных планшетов, а также смартфонов как средств вычислений среди студентов будущих врачей и медицинских работников.

Алгоритм программы не изменился: по-прежнему на первом шаге она вычисляет ожидаемые частоты данных и следит, чтобы они были не меньше 5. В противном случае всплывающее окно сигнализирует о неприменимости вшитого в программу критерия хи-квадрат и рекомендует обратиться к точному методу Фишера (ТМФ), который не имеет ограничений по частотам наблюдений [2]. Далее рассчитывается численное значение критерия и сравнивается с соответствующими критическими значениями, зависящими, как известно, от размерности таблицы сопряженности и выбранного уровня значимости для которого проверяется нулевая гипотеза. В случае, если вычисленный критерий выше, выдается сообщение о том, что нулевая гипотеза отвергается и принимается альтернативная. Если ниже – сообщается, что нет оснований отвергать нулевую гипотезу (различия в результатах лечения больных отсутствуют).

Интерфейс программы максимально простой и не требует специальной подготовки для работы с ним. В целях упрощения ввода данных после клика по полю для ввода на экране появляется миниклавиатура с цифровыми клавишами, а также клавишами “Сброс” и “ОК”. Кроме того, для глобальной очистки памяти программы и её запуска аналогичные клавиши присутствуют постоянно на основной панели программы (Рисунок 1). Есть переключение на версию на английском языке для иностранных студентов и информация о программе.

Насколько авторам известно, не существует аналогов созданной минипрограмме на мировом software рынке, в том числе среди программ для планшетов с ОС iOS, представленных на известной площадке Google Play в разделе For Education.

Программа может быть использована в учебном процессе в курсе “Медицинская статистика”, а также в клинической практике для анализа значимости различий в результатах лечения больных.

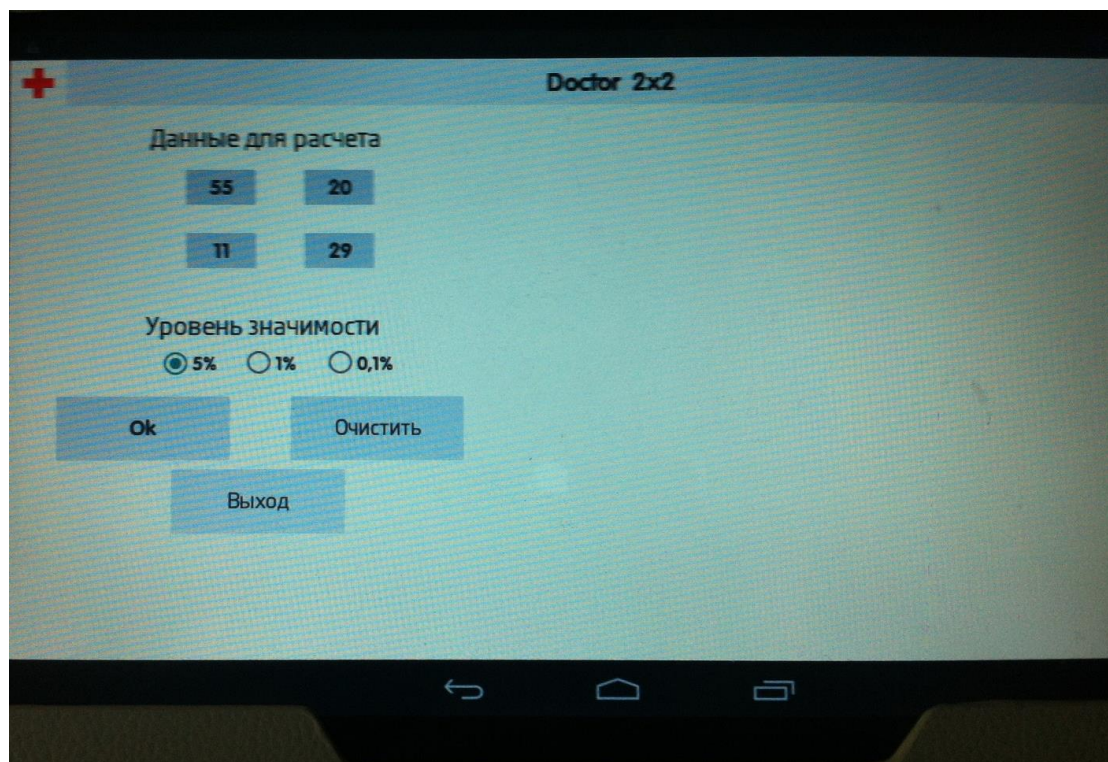


Рис.1. Print screen программы Doctor 2x2 для Android планшета.

Список литературы

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
2. Муслов С.А., Салманов П.Л. Минипрограммы статистических вычислений и анализа медицинских данных. Сборник кафедры гигиены МГМСУ им. А.И. Евдокимова “Профилактика заболеваний. Диагностика. Лечение. Инновации. Материалы междуниверситетской конференции с международным участием, посвященной 70-летию со дня рождения профессора К.Г. Дзугаева, 18 мая 2013 г. МГМСУ им. А.И. Евдокимова”. – 2013. – С. 156-159.

СЕКЦИЯ №6.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ И КОМБИНАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБОБЩЕНИЙ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ

Иванов О.А.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г.Санкт-Петербург

Существует огромное количество различных обобщений чисел Фибоначчи. В этой работе речь пойдет о числах, определенных рекуррентным соотношением $x_n = x_{n-1} + x_{n-k}$. Разнообразные свойства этих чисел были доказаны в работе [1] (см. также [2]). В данной работе приведены альтернативные доказательства, которые, по мнению автора, являются более естественными и простыми. Приведенные алгебраические рассуждения могут быть включены в курсы линейной алгебры как яркие примеры применения основных теорем для доказательств свойств числовых последовательностей.

Итак, фиксируем некоторое натуральное число $k \geq 2$ и рассмотрим последовательность чисел, определенную при помощи рекуррентного соотношения $g_n = g_{n-1} + g_{n-k}$, начальные члены в которой определены равенствами $g_1 = g_2 = \dots = g_k = 1$. При $k = 2$ мы получим последовательность чисел Фибоначчи, поэтому будем предполагать, что $k \geq 3$.

Первый подход к исследованию свойств этой последовательности является комбинаторным. Рассмотрим прямоугольник высоты k и ширины n и будем «мостить» его при помощи -полимино, т.е. прямоугольников высоты 1 и ширины k .

Теорема 1. Число замощений прямоугольника $k \times n$ при помощи -полимино равно g_{n+1} .

Обозначим через t_n искомое число замощений. Если $n < k$, то $t_n = 1$, поскольку в этом случае все полимино можно ставить только вертикально. Ясно, что $t_k = 2$. Действительно, квадрат $k \times k$ можно замостить либо «вертикально», либо «горизонтально». Покажем теперь, что числа t_n удовлетворяют тому же соотношению $t_n = t_{n-1} + t_{n-k}$, что и числа g_n . Разобьем все замощения на два типа. К первому из них отнесем те, в которых к левой вертикальной стороне прямоугольника примыкает вертикальное k -полимино. Число таких замощений совпадает с числом замощений прямоугольника $k \times (n-1)$, таким образом, оно равно t_{n-1} . Ко второму типу отнесем замощение, в котором к левой стороне прямоугольника примыкает квадрат $k \times k$, состоящий из горизонтально расположенных -полимино. Ясно, что число подобных замощений равно t_{n-k} . Поскольку всего имеется t_n замощений данного прямоугольника $k \times n$, то мы и получаем, что $t_n = t_{n-1} + t_{n-k}$. Поскольку $t_i = g_{i+1}$ при всех $i = 1, 2, \dots, k$ и при этом числа t_n и g_n удовлетворяют одному и тому же соотношению, то $t_n = g_{n+1}$ при всех натуральных n .

Следствие 1. Числа g_n выражаются через биномиальные коэффициенты по формуле

$$g_{n+1} = \sum_{m=0}^{\lfloor n/k \rfloor} C_{n-m(k-1)}^m.$$

В силу теоремы 1 достаточно доказать, что правая часть формулы равна числу замощений прямоугольника $k \times n$ при помощи -полимино. Замощения различаются друг от друга числом и расположением квадратов $k \times k$, в которых -полимино расположены горизонтально. Обозначим через m число таких квадратов. Теперь поступим следующим образом. Будем считать, что вертикальные полимино являются белыми, и заменим каждый квадрат из горизонтально расположенных k -полимино на одно черное и вертикально расположенное k -полимино. Таким образом, задача сводится к выбору расположений мест для m черных полимино среди $n - mk + k = n - m(k-1)$ возможных мест, что можно сделать $C_{n-m(k-1)}^m$ способами. Просуммировав по всем числам m от 0 до целой части числа $\lfloor n/k \rfloor$, мы и получим искомую формулу.

Второе свойство мы сформулируем для простоты в частном случае при $k = 3$.

Следствие 2. Если $k = 3$, то для чисел g_n справедлива формула

$$g_{n+m} = g_{m-1}g_{n+2} + g_{m-2}g_n + g_{m-3}g_{n+1}.$$

Рассмотрим прямоугольник $3 \times (n+m-1)$. В силу теоремы 1 всего имеется g_{n+m} его замощений при помощи тримино. Теперь рассмотрим вертикальный отрезок, слева от которого лежит $n+1$ клеток (справа, соответственно, лежит $k-2$ клеток). Рассмотрим те замощения, ни одно тримино в которых не пересекается с выделенным отрезком. Такие замощения составлены из замощений прямоугольников размерами в $3 \times (n+1)$ и в $3 \times (m-2)$ клеток, поэтому всего их имеется $g_{m-1}g_{n+2}$. Теперь предположим, что указанный отрезок пересекается с квадратом 3×3 , который состоит из трех горизонтальных тримино. Возможны два варианта. Если после удаления этого квадрата мы получим прямоугольники $3 \times (n-1)$ и $3 \times (m-3)$, то таких замощений имеется $g_{m-2}g_n$. Если же после удаления квадрата останутся прямоугольники $3 \times n$ и $3 \times (m-4)$, то таких замощений $g_{m-3}g_{n+1}$. Поскольку мы рассмотрели все возможные варианты, то отсюда и следует искомое равенство.

Применим доказанное равенство, положив в нем $n = s-2$ и $m = s+2$. Получим, что $g_{2s} = g_{s+1}g_s + g_s g_{s-2} + g_{s-1}g_{s-1}$. Поскольку $g_{s+1} = g_s + g_{s-2}$, то $g_{2s} = g_{s-1}^2 + g_s^2 + 2g_{s-2}g_s$.

Теперь перейдем к алгебраическим рассуждениям. Введем матрицу G размера $k \times k$, первая строка которой имеет вид $(1, 0, \dots, 0, 1)$, под диагональю в этой матрице стоят 1, а все остальные ее элементы равны нулю. Введем также столбцы $v_n = (g_n, g_{n-1}, \dots, g_{n-k+1})^T$. Доопределим числа g_n , положив $g_0 = g_{-1} = \dots = g_{2-k} = 0$. Из определения чисел g_n следует, что $v_n = Gv_{n-1}$, поэтому

$$v_n = G^{n-1}v_1.$$

Следующее утверждение можно проверить прямым вычислением, однако естественнее поступить иначе.

Лемма 1. Справедливо равенство $(G - E)^{-1} = G^{k-1}$.

Разложив определитель матрицы $G - tE$ по первой строке, получим, что характеристическим многочленом матрицы G является многочлен

$$\chi(t) = (-1)^{k-1}(1-t)t^{k-1} + (-1)^{k-1}.$$

Поэтому, в силу теоремы Гамильтона-Кэли, матрица G удовлетворяет тождеству $(G - E)G^{k-1} = E$, откуда и следует утверждение леммы.

Следствие. Справедливо равенство

$$E + G + \dots + G^{n-1} = G^{n+k-1} - G^{k-1}.$$

Так как $(G - E)(E + G + \dots + G^{n-1}) = G^n - E$, то, в силу доказанной леммы,

$$E + G + \dots + G^{n-1} = (G - E)^{-1}(G^n - E) = G^{k-1}(G^n - E) = G^{n+k-1} - G^{k-1}$$

Теорема 2. Справедлива формула $g_1 + g_2 + \dots + g_n = g_{n+k} - 1$.

Конечно, эту формулу можно очевидным образом доказать по индукции, однако идея состоит в том, чтобы научиться получать подобные формулы. Рассмотрим сумму векторов $v_1 + v_2 + \dots + v_n$, выразим ее посредством матрицы G и воспользуемся доказанным следствием. Получим:

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n = v_1 + Gv_1 + \dots + G^{n-1}v_1 = (E + G + \dots + G^{n-1})v_1 = G^{n+k-1}v_1 - G^{k-1}v_1 = v_{n+k} - v_k.$$

Первыми элементами столбцов v_m являются числа g_m , при этом $g_k = 1$, поэтому, взяв первые элементы в доказанном векторном равенстве, мы и получим искомую формулу для суммы первых n чисел g_m .

Продолжим линейно-алгебраическое исследование, для чего докажем еще одно вспомогательное утверждение.

Лемма 2. Справедливо равенство $(G^k - E)^{-1} = G - E$.

Утверждение леммы следует из равенства

$$(G^k - E)(G - E) = G^{k+1} - G^k - G + E = G(G^k - G^{k-1} - E) + E = E,$$

справедливого в силу того, что, как было показано в доказательстве леммы 1, $G^k - G^{k-1} - E = 0$.

Следствие. Справедливо равенство

$$E + G^k + \dots + G^{(n-1)k} = G^{nk+1} - G^{nk} - G + E.$$

Воспользуемся равенством доказанной леммы. Тогда

$$E + G^k + \dots + G^{(n-1)k} = (G^k - E)^{-1}(G^{nk} - E) = (G - E)(G^{nk} - E) = G^{nk+1} - G^{nk} - G + E.$$

Теорема 3. Справедлива формула $g_1 + g_{k+1} + \dots + g_{(n-1)k+1} = g_{(n-1)k+2}$.

В силу следствия леммы 2 имеет место равенство

$$v_1 + v_{k+1} + \dots + v_{(n-1)k+1} = v_{nk+2} - v_{nk+1} - v_2 + v_1,$$

Поэтому $g_1 + g_{k+1} + \dots + g_{(n-1)k+1} = g_{nk+2} - g_{nk+1} - g_2 + g_1 = g_{(n-1)k+2}$.

Заметим, что есть еще $k - 1$ формул, аналогичных формуле теоремы 3, среди которых все, кроме одной, имеют такой же вид и доказываются при помощи аналогичного рассуждения. Единственным отличием является формула

$$g_k + g_{2k} + \dots + g_{nk} = g_{nk+1} - 1.$$

Так как $G^{k-1} + G^{2k-1} + \dots + G^{nk-1} = G^{k-1}(G^{nk+1} - G^{nk} - G + E) = G^{(n+1)k} - G^{(n+1)k-1} - G^k + G^{k-1}$,

то

$$v_k + v_{2k} + \dots + v_{nk} = v_{(n+1)k+1} - v_{(n+1)k} - v_{k+1} + v_k,$$

следовательно,

$$g_k + g_{2k} + \dots + g_{nk} = g_{(n+1)k+1} - g_{(n+1)k} - g_{k+1} + g_k = g_{nk+1} - 1,$$

поскольку $g_k = 1$, а $g_{k+1} = 2$. Таким образом, формула доказана.

Список литературы

1. M. Bicknell-Johnson, C.P. Spears. Classes of identities for the generalized Fibonacci numbers $G_n = G_{n-1} + G_{n-c}$ for matrices with constant valued determinant. Fib. Quart., v. 34, 1996, p. 121-128.
2. E.W. Weisstein, Generalized Fibonacci numbers. From MathWorld-A Wolfram Web Resource. <http://mathworld.wolfram.com/GeneralizedFibonacciNumber.html>

СЕКЦИЯ №7.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)

СЕКЦИЯ №8.

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)

СЕКЦИЯ №9.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ ПО ОКРУЖНОСТИ СО СТОЛКНОВЕНИЯМИ

¹Назмутдинов А.Ф., ²Назмутдинова Л.Р.

¹Московский государственный университет, г.Москва

²Башкирский государственный университет, г.Уфа

1. Расчёт характеристик движения частиц

Рассмотрим частицу массы m на окружности (назовем её частицей первого типа), с произвольными начальными координатой и скоростью в момент времени $t = 0$. В моменты времени $t_1 < \dots < t_k < \dots$, где $t_k - t_{k-1}$ распределены независимо и экспоненциально с одинаковым параметром, с ней сталкиваются другие частицы массы M (назовем их частицами второго типа) с независимо и нормально распределенными скоростями $N(0, I)$.

Посмотрим, как меняется скорость частицы первого типа при столкновении с частицей второго типа (в момент времени t_0 , столкновения считаем абсолютно упругими). Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии:

$$V_1(t_0) m + V_2(t_0) M = V_1(t_0 + \delta) m + V_2(t_0 + \delta) M,$$

$$\frac{V_1^2(t_0)M}{2} + \frac{V_2^2(t_0)m}{2} = \frac{V_1^2(t_0 + \delta)M}{2} + \frac{V_2^2(t_0 + \delta)m}{2},$$

где V_2 - скорость соответствующей частицы второго типа.

Единственное нетривиальное, то есть такое, что $V_1(t_0 + \delta) \neq V_1(t_0)$, $V_2(t_0 + \delta) \neq V_2(t_0)$ решение этой системы находится по следующим формулам (очевидно, что нужно искать именно нетривиальное решение, так как если бы частицы не препятствовали друг другу, то столкновения бы не было):

$$V_1(t_0 + \delta) = k V_1(t_0) + (1 - k) V_2,$$

$$V_2(t_0 + \delta) = k V_2(t_0) + (1 - k) V_1, \text{ где } k = \frac{m - M}{m + M}.$$

Теорема 1.1. При $\lim_{n \rightarrow \infty}$ скорости частицы первого типа стремятся по вероятности к величинам, распределенным как $N(0, I)$.

Воспользуемся тем, что при $\lim_{n \rightarrow \infty}$ количество столкновений частицы первого типа с частицами второго типа не ограничено почти наверное.

Доказательство. Для того, чтобы найти скорость частицы первого типа после k столкновений, нужно подставить в формулу для изменения скорости после одного столкновения скорость после $(k - 1)$ -ого столкновения. Таким образом, можно написать скорость частицы первого типа после n столкновений:

$$V_1(t_{i,n} + \delta) = k^n + (1 - k)(V_{2,1} + k^n V_{2,2} + \dots + k^{n-1} V_{2,n}).$$

Заметим, что количество столкновений бесконечно и k , очевидно, меньше 1:

$$\sum_{i=0}^{\infty} k^i = \frac{1}{1 - k},$$

поэтому V_1 имеет предельное распределение $N(0, I)$.

Теорема 1.2. Предельное распределение координаты частицы - равномерное распределение на окружности.

Рассмотрим моменты столкновения t_1, t_2, \dots . Среди них выберем такие, что модуль скорости частицы после столкновения был больше некоторой константы $u > 0$. Их бесконечно много с вероятностью 1, потому что предельное распределение скорости - $N(0, I)$. Далее, среди таких моментов выберем такие моменты, что до

следующего столкновения частица прошла всю окружность; таких моментов времени тоже будет бесконечно много (потому что время распределено экспоненциально, и вероятность того, что время меньше $1/v$, меньше единицы (где v - модуль скорости частицы)). Назовем их T_i .

Утверждение 1.1. Для всех T_i и всех u верно, что плотность переходной вероятности (при ближайшем столкновении) из $x(T_i)$ в u больше некоторой положительной константы.

Доказательство. Вероятность попасть на дугу (a, b) равна сумме вероятностей попадания в эту дугу пройдя 1 круг, 2 круга и так далее. Будем считать точку $x(T_i)$ началом отсчета, а направление, в котором движется точка положительным. Напомним несколько простых, но важных фактов:

1. Отсутствие памяти у экспоненциального распределения: $P(x > t+s | x > t) = P(x > s)$, где x - экспоненциально распределенная величина, t, s некоторые положительные константы.

2. Плотность величины с экспоненциальным распределением - монотонно убывающая на положительной полуоси функция.

Пользуясь фактом (1), получаем, что время до следующего столкновения распределено экспоненциально. Вероятность попасть на дугу $(a, a + \delta)$ (пройдя не менее 1 круга) равна

$$\sum_{i=1}^{\infty} P(i + \alpha \leq x \leq i + \alpha + \delta)$$

Из факта (2) следует, что вероятность попасть на дугу $(a, a + q)$ меньше, чем вероятность попасть на дугу $(b, b + q)$, если $a, b, b + q, a + q$ принадлежат $[0, 1)$ (i -ый член в сумме для $(a, a + q)$ больше i -ого члена в сумме для $(b, b + q)$ и оба ряда сходятся).

Пусть скорость частицы - v , а t - момент остановки, тогда

$$\sum_{i=1}^{\infty} P(i + \alpha \leq x \leq i + \alpha + q) = \sum_{i=1}^{\infty} P\left(\frac{i + \alpha}{v} \leq t \leq \frac{i + \alpha + q}{v}\right)$$

Если поделить на q такие суммы и взять предел при $\lim_{q \rightarrow 0}$ то получим плотность в точке q (она существует, так как правая сумма - суть сумма плотностей экспоненциального распределения в соответствующих точках, и она, очевидно, сходится). Таким образом, существует некоторая плотность, которая убывает на $(0, 1)$. Рассмотрим вероятность попасть в $(0, q)$, пройдя не менее двух кругов. Если её разделить на q , а затем q устремить к нулю, получится некоторая ненулевая плотность (по тем же соображениям что и раньше, этот ряд отличается от рассмотренных ранее только тем, что суммирование начинается с двойки, а не с единицы), с другой стороны, эта плотность меньше плотности переходной вероятности в любой точке. Осталось показать, что эту константу можно выбрать независимой от v . Плотность в нуле больше единицы (так как плотность в нуле максимальна, а интеграл по плотности равен 1, при этом $u \leq v$). Поэтому если плотность экспоненциального распределения в $1/v$ равна k , то искомую константу можно выбирать равной $1 - k > 0$. Подставив это значение, получим, что утверждение доказано.

Введем норму для меры на окружности с плотностью - z (здесь и далее интеграл будет подразумеваться по окружности $[0, 1]$)

$$\|z\| = \int (|z(x)| dx).$$

Теперь докажем теорему 2. Рассмотрим вложенную цепь Маркова с моментами времени T_i ; получим цепь Маркова с дискретным временем и переходными плотностями $p(x, y)$.

Пусть есть 2 разные вероятностные меры на окружности — z_1 и z_2 . Посмотрим, как преобразуется их разность (для определенности назовем её z). Сформулируем и докажем вспомогательное утверждение.

Утверждение 1.2. Норма разности после столкновения уменьшается хотя бы в $0 < k < 1$ раз.

Доказательство. Пусть $|z| = 2b$. Интеграл от z по окружности равен 0 (из того, что z_1, z_2 - вероятностные меры), а значит

$$\int z(x) p(x, y) I(z(x) > 0) dx = b \quad \text{и} \quad \int z(x) p(x, y) I(z(x) < 0) dx = -b.$$

Так как $p(x, y)$ - переходная плотность ($\int p(x, y) dx = 1$),

$$\iint z(x) p(x, y) I(z(x) > 0) dx dy = b, \quad \iint z(x) p(x, y) I(z(x) < 0) dx dy = -b.$$

Но, $p(y) = \int z(x) p(x, y) dx = \int z(x) p(x, y) I(z(x) > 0) dx + \int z(x) p(x, y) I(z(x) < 0)$, причем, каждый из интегралов по

модулю хотя бы $(1-k)$ (поэтому в каждой точке сокращение положительной и отрицательной плотности хотя бы $2b(1-k)$, а значит интеграл, уменьшится хотя бы на $2b(1-k)$). Таким образом

$$\iint (z(x)p(x,y))dxdy \leq 2bk = k|z|,$$

и получаем, что утверждение 2 доказано.

Разность между любыми двумя мерами стремится при времени, стремящемся к бесконечности, к нулю, значит, существует предельное распределение.

Система инварианта относительно любого сдвига, значит и предельное распределение инвариантно относительно любого сдвига, значит предельное распределение - равномерное. Теорема 2 доказана.

Рассмотрим теперь N частиц первого типа на окружности, и пусть, когда координаты двух частиц совпадают, происходит столкновение (вероятность того, что два столкновения произойдут одновременно – 0). В моменты времени $t_{i,1} < \dots < t_{i,k} < \dots$, где $t_{i,k} - t_{i,k-1}$ распределены независимо и экспоненциально с одинаковым параметром, с i -ой частицей сталкиваются частицы второго типа, по абсолютно тем же правилам. Тогда из законов сохранения импульса и энергии они просто обменяются скоростями (если скорости были v_1 и v_2 , то они станут v_2 и v_1 соответственно). Так, как частицы не различимы, можно считать, что они проходят насквозь друг друга. При этом, из того, что экспоненциальное распределение не имеет памяти, следует, что время до следующего столкновения у них распределены все еще экспоненциально (с тем же параметром), а значит, исследуя поведение N частиц, достаточно исследовать поведение одной частицы, что уже сделано выше. То есть для N частиц предельное распределение на окружности будет равномерным.

Список литературы

1. Akramov T.A., Nazmutdinova L.R., Stanek V. The qualitative and numerical analysis of periodical regimes in the counter-current chemical reactors. Proc. Of 16th Химическая промышленность сегодня, 2014, № 11 15 Математическое моделирование International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2004. С3.5.
2. Назмутдинова Л.Р., Назмутдинов Ф.Ф. Модель высокочастотного электромагнитного воздействия на кинетику химических реакций. Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2015. № 8-1. С. 20-23.
3. Назмутдинов А.Ф., Назмутдинов А.Ф. Установление динамического равновесия в замкнутом объеме. ВНКФСФ-20, г.Екатеринбург-Ижевск, изд.АСФ, 2014, с.207-208.
4. Хабибуллин И.Л., Хамитов А.Т., Назмутдинов Ф.Ф. Моделирование процессов тепло- и массопереноса в пористых средах при фазовых превращениях, инициируемых микроволновым нагревом. Теплофизика высоких температур. 2014. Т. 52. № 5. С. 727.
5. Хабибуллин И.Л., Назмутдинов Ф.Ф. Особенности динамики нагрева движущихся сред электромагнитным излучением. Инженерно-физический журнал. 2000. Т. 73. № 5. С. 938.
6. Хабибуллин И.Л., Хамитов А.Т., Назмутдинов Ф.Ф. Особенности тепло- и массопереноса в пористых средах при фазовых превращениях при электромагнитном нагреве. В сборнике: Основные проблемы естественных и математических наук Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Инновационный центр развития образования и науки. г. Волгоград, 2014. С. 23-26.

СЕКЦИЯ №10.

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)

СЕКЦИЯ №11.

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)

СЕКЦИЯ №12.

ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)

**СЕКЦИЯ №13.
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)**

АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)

**СЕКЦИЯ №14.
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)**

**СЕКЦИЯ №15.
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)**

**СЕКЦИЯ №16.
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)**

**СЕКЦИЯ №17.
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)**

ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)

**СЕКЦИЯ №18.
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)**

**СЕКЦИЯ №19.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)**

**СЕКЦИЯ №20.
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)**

**СЕКЦИЯ №21.
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)**

**СЕКЦИЯ №22.
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)**

**СЕКЦИЯ №23.
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)**

**СЕКЦИЯ №24.
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)**

**СЕКЦИЯ №25.
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)**

**СЕКЦИЯ №26.
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)**

**СЕКЦИЯ №27.
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)**

**ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВЫХ
ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК КРТ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ МЫШЬЯКА**

Ляпунов Д.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г.Томск

Молекулярно-лучевые эпитаксиальные слои твердых растворов кадмий-ртуть-теллур (КРТ) широко используются для создания фотонных приемников оптического излучения. Особенностью этого материала является изменение в широких пределах ширины запрещенной зоны при изменении молярного соотношения компонент, что дает возможность использовать его в качестве материала для инфракрасных фотоприемников работающих в диапазоне длин волн от 1 до 25 мкм. Ионная имплантация как один из основных разделов радиационной физики полупроводников изучает модификацию дефектно-примесных подсистем в кристаллах при воздействии радиационных активационных процессов. В настоящее время метод ионной имплантации является базовым для формирования в узкозонных полупроводниковых соединениях КРТ п–р-переходов, как в материале р-, так и n-типа. Гетероэпитаксиальные структуры КРТ, выращенные методами молекулярно-лучевой эпитаксии стали базовым материалом для создания полупроводниковых детекторов ИК-излучения с наилучшими параметрами [1].

Объектом исследований являлись 5 серий эпитаксиальных пленок КРТ, выращенные методом молекулярно-лучевой эпитаксии в ИФП г.Новосибирска, которые отличались материалом подложки, толщиной и составом пленки. На образцах второй и четвертой серии верхний варизонный слой был удален. В Табл.1 приведены параметры исходных образцов (до ионной имплантации). Поперечное сечение эпитаксиальных структур КРТ показано на Рисунке 1. Профили распределения состава (x) по глубине (z) эпитаксиальных структур КРТ представлены на Рисунках 2,3,4.

Таблица 1

Параметры исходных эпитаксиальных пленок КРТ.

Эпитаксиальная пленка №	Состав основного рабочего слоя	Тип проводимости/подложка	Толщина d, мкм	Концентрация носителей n, см ⁻³	Подвижность носителей μ , см ² ·В ⁻¹ ·с ⁻¹
8	0.228	р-тип, GaAs	7.56	1.5e16	334
2	0.228	р-тип, GaAs	7.06	2.7e16	200
12	0.234	р-тип, Si	15.51	1.2e16	428
10	0.234	р-тип, Si	14.7	1.57e16	462
13	0.300	n-тип, Si	7.41	7.4e14	9500

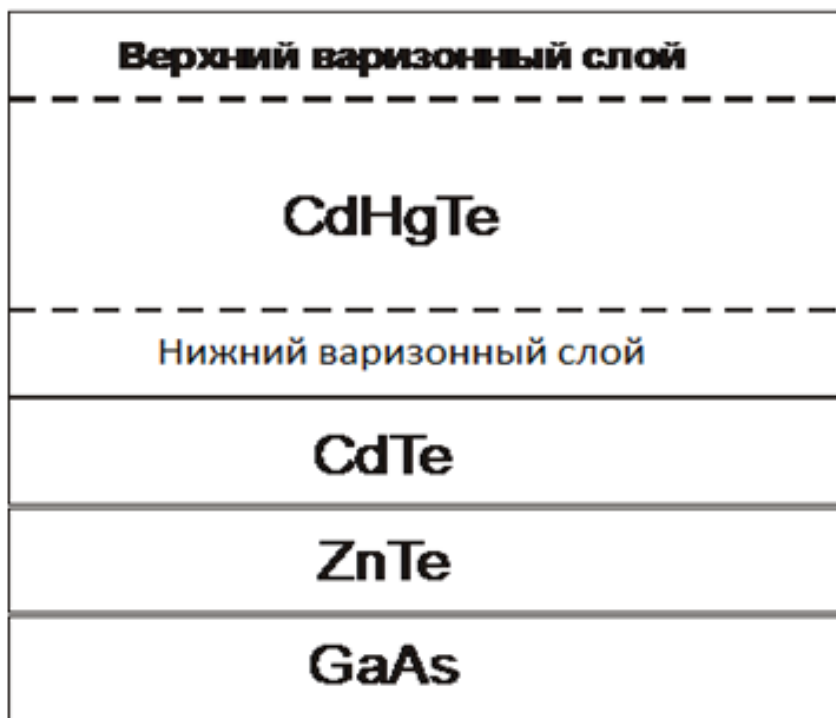


Рис.1. Поперечное сечение эпитаксиальной структуры КРТ

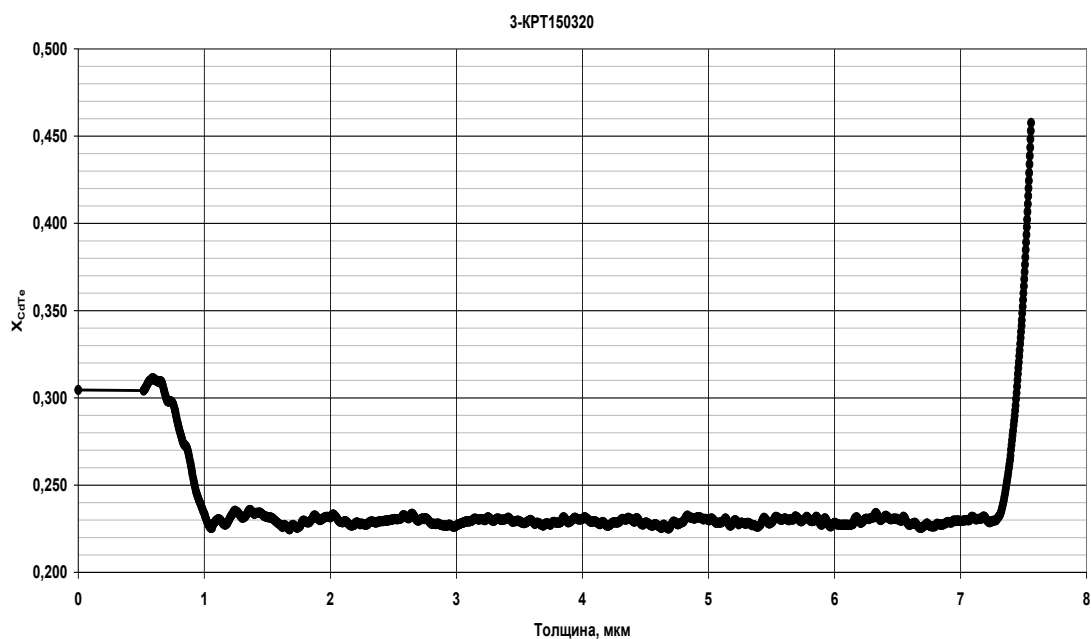


Рис.2. Профиль распределения состава по глубине эпитаксиальной пленки $Cd_xHg_{1-x}Te$ первой серии

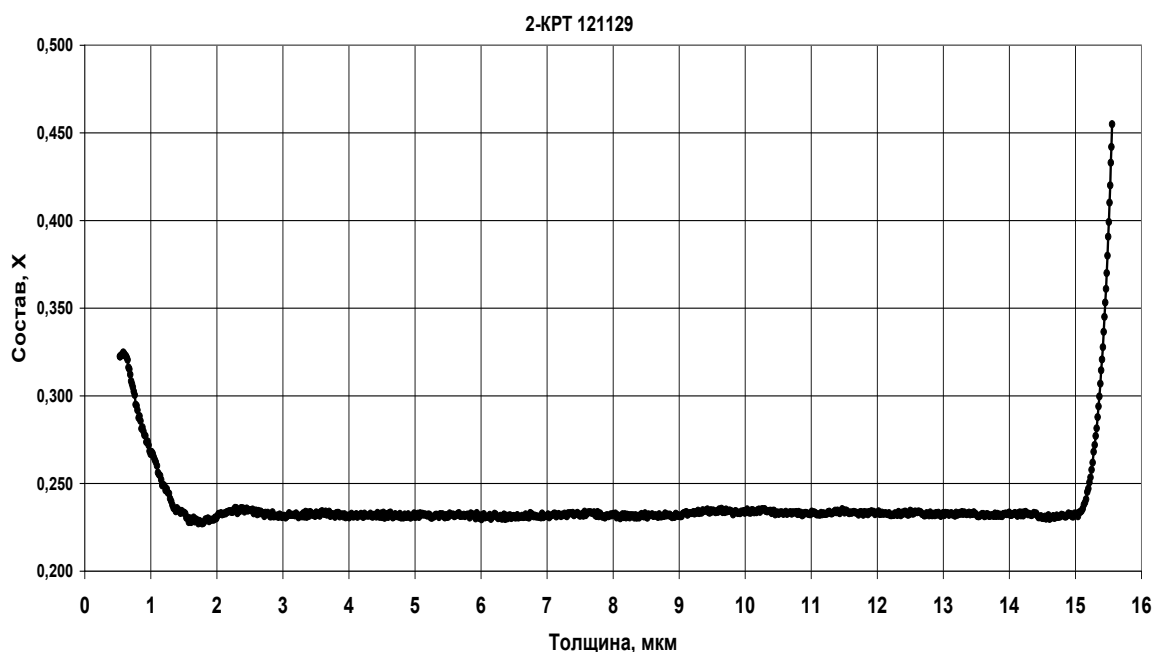


Рис.3. Профиль распределения состава по глубине эпитаксиальной пленки КРТ образца третьей серии

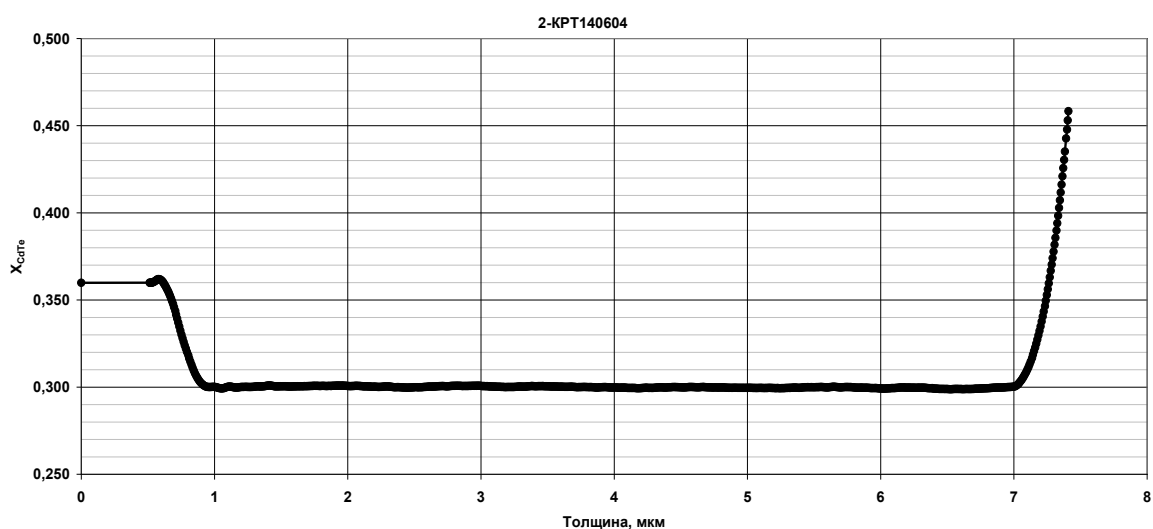


Рис.4. Состав слоя КРТ по толщине образца из пятой серии

Облучение ионами мышьяка проводилось при комнатной температуре в диапазоне доз 10^{13} - 10^{15} см^{-2} . Параметры ионного пучка: энергия ионов $E_1=190$ кэВ, (для образцов 1-4 серий), $E_2=350$ кэВ для образцов 5 серии, плотность тока ионов $j=0.06$ $\text{мкА}\cdot\text{см}^{-2}$. Как показано в [2] при таких токах ионов нагревом образцов в процессе имплантации можно пренебречь. В задачу входило определение концентрации, подвижности и проводимости для всех образцов. Концентрация и подвижность рассчитывалась при температуре 77 К и магнитном поле $B=0,612$ Тл (ток питания электромагнита 10 А). В Табл.2 представлены все полученные данные. Для образцов первой серии характерна классическая картина при ионной имплантации – с ростом дозы ионов растет концентрация и подвижность носителей заряда.

Таблица 2

Изначальные и расчетные параметры исследуемых образцов.

Исходно р-типа							
№	d, мкм	Доза	Энергия		n, см^{-3} (77К, 10А)	μ , $\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ (77К, 10А)	σ , $\text{См}/\text{Ом}(77\text{К})$
8	7.56			Исх. (р)	$1.5\text{e}16$	334	0.8

4	7.56	1e13	190 кэВ	n	3e16	3562	17
5	7.56	1e14	190 кэВ	n	3.3e16	3800	23
6	7.56	1e15	190 кэВ	n	4.2e16	3917	26
Исходно р-типа со сгравленным варизонным слоем							
2	7.06			Исх. (p)	2.7e16	200	0.85
3	7.06	1e13	190 кэВ	n	5.4e16	3020	25
1	7.06	1e14	190 кэВ	n	5.6e16	2874	25.5
7	7.06	1e15	190 кэВ	n	3.6e16	3828	22.3
Исходно р-типа							
12	15.51			Исх. (p)	1.2e16	428	0.82
14	15.51	1e13	190 кэВ	n	2.2e16	2102	7.4
11	15.51	1e14	190 кэВ	n	4e16	586	3.7
15	15.51	1e15	190 кэВ	n	2.6e16	1127	4.6
Исходно р-типа со сгравленным варизонным слоем							
10	14.7			Исх. (p)	1.57e16	462	1.1
16	14.7	1e13	190 кэВ	n	2.9e16	2828	12.9
9	14.7	1e14	190 кэВ	n	2.5e16	2682	10.8
17	14.7	1e15	190 кэВ	n	1.8e16	3891	11.1
Исходно n-типа на подложке Si (+акт.отжиг)							
13	7.41	1e14	350 кэВ		2e15	23820	7.5

Попытка измерить электрофизические параметры образца 5 серии не дала хорошего результата из-за нестабильности и большого разброса значений холловских напряжений при многократных измерениях. По-видимому, влияние нижней толстой пленки n-типа устранить не удалось. Можно только сказать, что образование слоя р-типа вполне вероятно. Также следует отметить, что особого влияния подложек из Si и GaAs на результаты измерений параметров не обнаружено.

Список литературы

1. Войцеховский А.В., Талипов Н.Х. Низкотемпературная активация ионно-имплантированных атомов бора и азота в гетероэпитаксиальных слоях $Cd_xHg_{1-x}Te$ // Известия высших учебных заведений. – 2013. – т. 56. - в. 7. – с. 36 - 49.
2. Григорьев Д.В. Радиационное дефектообразование при ионной имплантации в варизонных полупроводниковых структурах $Cd_xHg_{1-x}Te$, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии: Дис. ...кан. физ.-мат. наук: защищена 14.12.2005 / Григорьев Д.В. – Томск, 2005. – 218 с.

СЕКЦИЯ №28.

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)

СЕКЦИЯ №29.

ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)

СЕКЦИЯ №30.

ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)

**СЕКЦИЯ №31.
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)**

**СЕКЦИЯ №32.
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)**

**СЕКЦИЯ №33.
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)**

**СЕКЦИЯ №34.
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)**

**СЕКЦИЯ №35.
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)**

СЕКЦИЯ №36. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)

СЕКЦИЯ №37. ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)

**СЕКЦИЯ №38.
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)**

**ГАЛОГЕНИДЫ ТАЛЛИЯ И СЕРЕБРА – УНИКАЛЬНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
ПРИБОРОВ ИНФРАКРАСНОЙ, ЛАЗЕРНОЙ И РАДИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

Полякова Г.В., Лисицкий И.С.

АО Государственный научно-исследовательский и проектный институт
редкометаллической промышленности «Гиредмет», г.Москва

В 1929 г. Т. Varth указал на галогениды таллия, как на один из оптических материалов, способных перекрыть широкий спектральный диапазон. В 1939-1940 г. И. В Степанов на ЛЕНЗОСе получил первые оптические кристаллы $TlCl-TlBr$. Война прервала работы. Во время Второй мировой войны в Германии в лаборатории фирмы К. Цейс были разработаны новые оптические среды, получившие шифрованное название KRS, сокращенное от «Kristal aus dem Smelzfluss», т.е. кристалл из расплав. Из 14-ти полученных материалов дальнейшее применение в ИК технике нашли кристаллы галогенидов таллия КРС-5 ($TlBr-TlI$), КРС-6 ($TlCl-TlBr$) и галогенидов серебра КРС-13 ($AgCl-AgBr$).

Кристаллы галогенидов таллия и серебра обладают равномерной прозрачностью в очень широком диапазоне длин волн, охватывающем видимую и среднюю инфракрасную (ИК) области спектра от 0,4 до 45

мкм (в зависимости от состава). Полосы поглощения в спектрах отсутствуют. Коэффициент пропускания достигает 70%. Величина оптических потерь определяется коэффициентом отражения. Кристаллы обладают механической, вибрационной прочностью, химической и влагостойкостью. Пригодны для работы в атмосферных условиях без специальной защиты.

В Советском Союзе монокристаллы выращивали в послевоенные годы на Оптико-механическом заводе в Красногорске на немецком оборудовании и использовали в приборах ВПК. В 1955 г. завод прекратил производство и демонтировал оборудование. Однако уже в 1961 г кристаллы понадобились для оснащения приборами космической разведки местности спутников системы «Метеор», созданных С.П. Королевым.

Фотоаппаратуру, созданную в ЦКБ «Геофизика» на базе кристаллов КРС-5, можно было заменить только тремя приборами, охватывающими тот же диапазон и позволяющими вести съемку поверхности Земли в любое время суток (днем и ночью) и при любой погоде, в том числе через тучи. Совещание двадцати девяти предприятий ВПК, прошедшее в октябре 1962 г. в ГОИ им. Вавилова (Ленинград), определило значительную потребность в кристаллах КРС-5 и обязало Гиредмет срочно наладить производство.

Всеми работами руководила кандидат хим. наук Т.И. Дарвойд. В январе 1963 г. коллектив проектантов З.Н. Орловой создал проект цеха, построенного в том же году на Пышминском Опытном заводе Гиредмета (ПОЗ) (в 12 км от Свердловска). Все нестандартное оборудование цеха сконструировано в КБ Гиредмета под руководством Н.С. Иванова и изготовлено на опытном механическом заводе Геоприборцветмет. Уже в 1963 г. на ПОЗе начато производство кристаллов под руководством Е.Г. Морозова. В дальнейшем все основные работы по выращиванию кристаллов галогенидов таллия выполнялись по двум «Постановлениям ЦК КПСС и Совета Министров СССР» и восьми «Решениями ВПК». Результаты первой основной разработки для космоса были использованы в приборах 2000 спутников системы «Метеор» а также не спутниках «Салют», «Венера», «Марс».

В 1965-1969 г.г. по заданию института атомной энергии им. Курчатова была разработана технология и налажено производство кристаллов КРС-6 для радиаторов Черенковских спектрометров полного поглощения диаметром 150 мм и длиной 200 мм. Эти кристаллы должны обладать высокой прозрачностью в коротковолновой (видимой) части спектра (пропускание 65% на длине волны 0,63 мкм) и высокой радиационной стойкостью, т.к. они работают в пучках с энергией в сотни ГэВ. В Гиредмете в короткие сроки были сконструированы и изготовлены новые установки выращивания, а на ПОЗе проведены исследования, позволившие усовершенствовать технологию получения исходных солей $TlCl$ и $TlBr$ и изменить состав кристалла. Новый кристалл КРС-15 (кристаллы $TlCl-TlBr$ с увеличенным содержанием $TlCl$), обладал оптимальными оптическими характеристиками. В дальнейшем было выращено и передано потребителям несколько сотен таких кристаллов. Спектрометры с радиаторами из КРС-15 работают на ускорителях института им. Курчатова, в лаборатории Черенкова в ФИ АНе, в Харькове, Омске и Томске. Спектрометр из 200 кристаллов, изготовленный в лаборатории Черенкова, эксплуатируется уже 40 лет на ускорителе Европейской лаборатории физики частиц CERN (Гамбург).

В 1973 г. по заданию Миноборонпрома начаты фундаментальные исследования лазерных характеристик кристаллов КРС-5 ($TlBr-TlI$) и КРС-6 ($TlCl-TlBr$), показавшие возможность их использования в качестве окон CO_2 лазеров. Работы выполняли в ГОИ им. Вавилова под руководством академика Г.Т. Петровского, ИОФ АНе под руководством академиков А.М. Прохорова, Н.В. Карлова, Е.М. Дианова и ФИ АНе под руководством академика Н.Г. Басова. Задача – создание мощных газовых лазеров, как мирно-производственного, так и военного применения. Окна таких приборов должны обладать низким поглощением лазерного излучения (на длинах волн 5-6 мкм и 10,8 мкм), высокой лучевой прочностью, устойчивостью при работе в широком диапазоне температур, влагостойкостью при эксплуатации в атмосферных условиях с повышенной влагостойкостью. Такие материалы на базе галогенидов таллия были получены. Параллельно была решена задача выращивания кристаллов большого диаметра (200-400 мм), что позволило уже в 1975 г. оснастить окнами из кристаллов КРС-6 изготовленный в ИОФ АНе самый мощный в мире на тот момент CO_2 лазера с энергией излучения 5 КДж. До 1990 г. для предприятий ВПК было поставлено около одной тонны изделий – оптически полированных окон для CO_2 лазеров диаметром до 400 мм.

Создание боевых CO_2 лазерных установок потребовало управления лазерным пучком - мгновенного изменения его направления. В связи с этим в 1979 г. по заданию НПО «Астрофизика» начаты работы по получению акустооптических кристаллов пригодных для изготовления дефлекторов для управления лазерным пучком (в них лазерный луч под воздействием ультразвука мгновенно отклоняется в любую сторону на заданный угол). Это позволяет, как решать проблемы введения в ячейки памяти информации, которую несет лазерный луч, так и использовать мощные лазерные пучки для обнаружения на большом расстоянии и слежения за быстродвигающимся объектом и даже его уничтожение.

Акустооптический кристалл должен обладать высокой акустооптической добротностью, низким акустическим поглощением, выдерживать большие плотности лазерного излучения и иметь высокое структурное совершенство, чтобы обеспечить равномерность распространения звуковой волны в акустооптической ячейке.

На установке «бегущее поле» (на основе изобретения В.Л. Руссо) были получены безблочные образцы кристаллов КРС-5 диаметром 150 мм, из которых изготовили несколько сотен дефлекторов и модуляторов размерами от 20x20x20 мм до 100x100x100 мм, переданных Институту Физики Полупроводников СО АН СССР (Новосибирск) и предприятиям Миноборонпрома: НПО «Астрофизики (лазеры наземного базирования) и п/я 3503 (г. Куйбышев), где были изготовлены лазеры воздушного базирования, успешно испытанные в 1988 г.

Развитие волоконно-оптической техники требовало производства световодов для инфракрасной области. Кристаллы галогенидов серебра и таллия, сочетающие широкий диапазон спектрального пропускания, низкие оптические потери и высокую пластичность, были использованы для получения оптического волокна инфракрасного диапазона методом экструзии (т.е. продавливанием через фильеру – отверстие диаметром 0,5-1 мм). По сравнению с флюоридными и халькогенидными стеклами кристаллические световоды имеют более длинноволновую и более широкую область пропускания. Была разработана технология, позволившая получить заготовки для экструзии с повышенной пластичностью и снизить поглощение лазерного излучения до

10^{-4} см^{-1} . Работы выполнялись по заданию ИОФ АН (по галогенидам серебра) и п/я 5382 (по галогенидам таллия). При переходе к промышленным поставкам была разработана технология, позволившая получать одновременно материал с суммарным содержанием примесей $10^{-4\%}$ и выращивать кристаллы диаметром 150-200 мм, отвечающие требованиям заказчика, из кристаллов вырезали около 25-30 образцов диаметром 30x80 мм.

С 1987 по 1990 гг. выращено около 20 кристаллов диаметром 150 мм с поглощением $5 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1}$ и поставлено около 200 кг заготовок для экструзии оптического волокна Институту электровакуумного стекла, где начат выпуск оптических волокон для Минатома, обладающих высокой радиационной стойкостью.

Одновременно была разработана технология получения градиентных монокристаллов, в которых по диаметру плавно изменяется состав. Световоды, полученные из этих кристаллов, самофокусируют в пучок, не позволяя ему выходить на поверхность волокна.

На базе волоконно-оптической лазерной хирургии увеличился интерес к галогенидам серебра, которые прозрачны в 10-ти микронной области, не токсичны, обладают дезинфицирующим действием.

Такое сочетание характеристик в одном материале (широкий спектральный диапазон пропускания, удовлетворительные прочностные качества и химическая устойчивость) позволяет использовать его при изготовлении объемных оптических элементов (окна, линзы, призмы, полупрозрачные зеркала) для приборов инфракрасной и лазерной техники ИК диапазона (в частности, для работы с излучением СО и СО₂ лазеров), а также для изготовления оптического волокна методом экструзии. Волокно прозрачно в диапазоне от 3 до 18 мкм, не имеет полос поглощения, не токсично. Оно может использоваться в приборах медицинской диагностики и хирургии.

Оптические детали из AgCl-AgBr могут использоваться в приборах дистанционного измерения и автоматического регулирования температуры, обнаружения и пеленгации объектов по их излучению, наземной и космической метеорологии, ориентации спутников, космической разведки, инфракрасной спектрометрии, силовых и информационных лазерных систем. Ионно-ковалентные кристаллы галогенидов серебра используются также для создания на их основе ячеек памяти с оптическим способом считывания информации.

Использование кристаллов галогенидов серебра в оптике затруднено в связи с неустойчивостью их оптических характеристик во времени из-за диссоциации, приводящей к разложению материала и полной потере прозрачности. Нами установлено, что диссоциация инициируется остаточными примесями, создающими центры, активирующие фотолиз в материале. Разработанная нами технология позволила получать галогениды серебра, которые сохраняют прозрачность в течение нескольких лет.

После распада СССР по заказу Международного научно-технического центра (МНТЦ) совместно с Институтом физико-технических проблем (г.Обнинск) была выполнена работа по получению на основе кристаллов TlBr детекторного материала для создания приборов контроля x и γ излучений, пригодных для работы при комнатных температурах. Исследования по получению таких кристаллов вели в нескольких странах за рубежом, однако, получить эффективно работающий материал удалось только сотрудникам Гиредмета. Кристаллы TlBr, поставленные фирме «Baltic Scientific Instruments Ltd», были использованы для изготовления 2-х приборов, установленных на спутниках Европейского космического сообщества.

Создание производства оптических кристаллов на ПОЗе было возможно только при активном решении сотрудниками завода не только вопросов эксплуатации оборудования, но и научных проблем. Сотрудники

завода занимались не только выпуском продукции, но и научными разработками. В. В. Пушкин создал технологию пирометаллургического синтеза, Н.А. Шевелев предложил использовать для очистки галогенидов таллия способ вакуумной дистилляции, Т.Э. Хаиров определил режимы кристаллизации, позволившие со 100% выходом выращивать монокристаллы диаметром до 400 мм, используемые для изготовления окон мощных CO₂ лазеров, В.М. Свиридов и А.Г. Гильмутдинов воплотили в жизнь изобретение В.Л. Руссо (Гиредмет), создав установку и освоив способ «Бегущего температурного поля», что обеспечило получение структурно-совершенных кристаллов для изготовления акустооптических дефлекторов. Н.И. Берсенов разработал технологию полировки кристаллов, что позволило организовать массовое изготовление уникальных оптических изделий всех видов. Л.В. Жукова (первая женщина, допущенная к работам на производстве галогенидов таллия) изобрела и внедрила способ очистки солей галогенидов при перекристаллизации раствора, а также создала технологию и аппаратуру для поверхностного травления кристаллов, позволившую получать точное представление об их качестве до начала обработки. Е.Г. Морозов, В.М. Свиридов, Л.В. Жукова защитили кандидатские диссертации по своим научным разработкам.

К сожалению, после приватизации начала 90-ых гг. Пышминский опытный завод был продан индийцам. Производство кристаллов аннулировано. Однако научно-производственные разработки галогенидов таллия и серебра продолжают в Уральском политехническом институте и институте Гиредмет.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы» в рамках проекта «Разработка технологии получения новых оптических материалов для приборов и устройств лазерной и/или инфракрасной техники». по Соглашению о субсидии № 14.576.21.0054. Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57614X0054.

Список литературы

1. Zukova L., Korsakov A., Chazov A. et al. Photonic crystalline IR fibers for spectral range of 2-40 μm. Applied Optics. 2012. V.51. 1.13. P. P. 2414-2418.
2. Жукова Л.В., Корсакова Е.А., Жуков В.В., Корсаков В.С. Термодинамическое исследование кристаллов системы AgBr-III и получение ИК световодов нанокристаллической структуры на их основе. Цветные металлы. 2013. № 4. С. 62-66.
3. Корсаков А.С., Жукова Л.В., Корсаков В.С. и др. Изучение процесса кристаллизации галогенидов одновалентного таллия и твердых растворов КРС-6 и КРС-5 в воде и неводных растворителях 2014. Т. 38. № 5. С. 48-55.
4. М.С. Кузнецов, И.С. Лисицкий, А.М. Волкова, С.В. Сафонкин. Получение кристаллов бромида таллия для датчиков x и γ излучения. XII конференция «Высокочистые вещества и материалы». 2004 г.г. Нижний Новгород
5. Лисицкий И.С., Полякова Г.В., Голованов В.Ф., и др. Влияние режимов выращивания кристаллов TlCl-TlBr и TlBr-III на структурное совершенство кристаллов. Цветные металлы, 2015, С. 66-69.

СЕКЦИЯ №39.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)

СЕКЦИЯ №40.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)

СЕКЦИЯ №41.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)

СЕКЦИЯ №42.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)

СЕКЦИЯ №43.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)

ВЛИЯНИЕ ВЫДЕРЖКИ КИСЛЫХ РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ НИХ ПЛЁНОК

Мичурина Н.Г., Шмаков С.Л.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Институт химии, г.Саратов

В настоящее время аминополисахарид хитозан и сополимеры на его основе находят широкое применение в различных областях. Это обусловлено широким спектром его полезных свойств, в том числе полной биосовместимостью с тканями человеческого организма и биodeградируемостью. Хитозан используется в качестве шовных материалов, основы рано- и ожогозаживляющих повязок, гелей и порошков, входит в состав мазей и лечебных препаратов, а также носителей лекарственных средств [1, 3, 5].

Общим этапом в получении промышленных препаратов хитозана (растворы, гели, плёнки, волокна и нановолокна, капсулы и нетканое полотно) является стадия растворения в водных растворах кислот разной природы и концентрации. Однако особенностью кислых растворов хитозана является заметное падение вязкости во времени при хранении. Причины этого явления до конца ещё не выяснены [4], одни исследователи предполагают деструкцию макромолекул хитозана, другие — перестройку системы водородных связей и другие физико-химические и конформационные процессы, не связанные с деструкцией.

Ранее явление старения растворов хитозана изучалось методами вискозиметрии, ионного зонда [2], светорассеяния и др. Нами предлагается использовать для этой цели сравнение физико-механических свойств плёнок, отливаемых из растворов хитозана с разным сроком хранения.

Готовили 4% растворы хитозана в лимонной (ЛК, 4%), гликолевой (ГК, 2%), аскорбиновой (АК, 2%) и янтарной (ЯК, 2%) кислотах. В мерную колбу наливали половину расчётного объёма растворителя, засыпали порошок полимера при перемешивании и оставляли для набухания на несколько часов при комнатной температуре. После этого растворение продолжали на магнитной мешалке. Для получения плёночных образцов удовлетворительного качества после 30–40 минут перемешивания добавляли метилцеллюлозу (1 %) и глицерин (1 %) в качестве структурообразователя и пластификатора соответственно. После полного растворения реагентов раствор оставляли на 1 сут без доступа солнечного света.

Колбы с растворами, предназначенными для старения, плотно закрывали пробкой и помещали в тёмное место, хранили в статических условиях при температуре $22 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 2–3 месяцев.

30 мл полимерного раствора поливали на подложку при комнатной температуре. Формирование плёнок проходило от 48 до 96 ч. Полноту испарения растворителя фиксировали визуально, по откреплению готовой плёнки от полиэтиленовой подложки. Удалось получить однородные, без недостатков структуры образцы, близкие по гомогенности, пластичности и прочности к упаковочным полимерным плёнкам бытового назначения.

Плёнки испытывали на разрывной машине Tinius Olsen. Разрывную нагрузку определяли из последних точек экспериментальной кривой нагрузка–удлинение. Хранение растворов хитозана приводило к увеличению разрывного напряжения и уменьшению деформации при разрыве (Рисунок 1).

Известно, что добавление к высокомолекулярному хитозану небольшого количества его низкомолекулярной фракции приводит к резкому снижению прочности плёнок. Поскольку в нашем случае этого не происходило, наоборот, прочность повышалась, это свидетельствует против гипотезы о деструкции цепей, то есть в пользу гипотезы о конформационных изменениях.

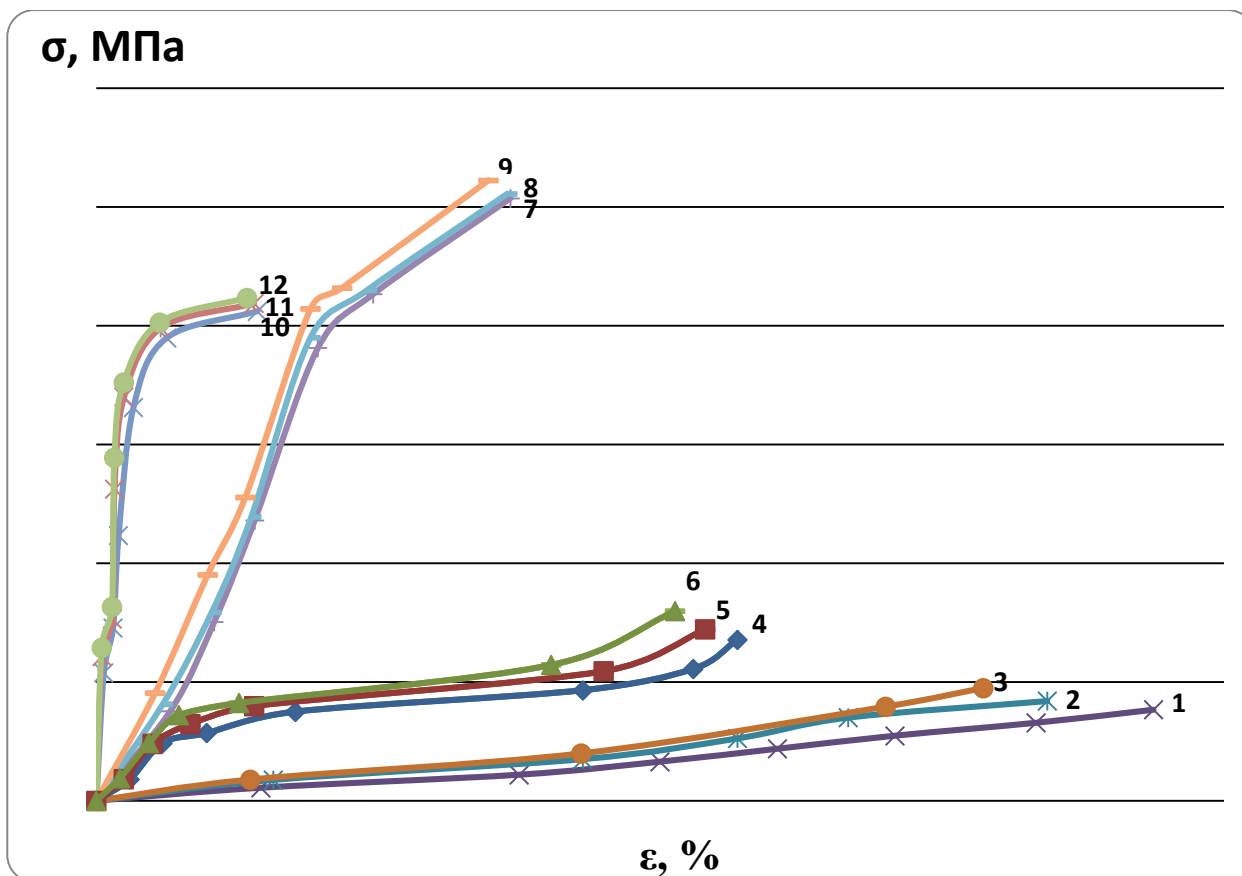


Рис.1. Кривые растяжения плёночных образцов, отлитых из раствора хитозана ($C = 2$ г/дл) в различных растворителях с добавлением метилцеллюлозы и глицерина:

- ЛК $C = 4\%$: 1 – 0, 2 – 14, 3 – 25 сут;
- ГК $C = 2\%$: 4 – 0, 5 – 14, 6 – 25 сут;
- ЯК $C = 2\%$: 7 – 0, 8 – 14, 9 – 25 сут;
- АК $C = 2\%$: 10 – 0, 11 – 14, 12 – 25 сут.

Значение деформации при разрыве говорит о том, насколько могут развернуться при растяжении свёрнутые макромолекулы, прежде чем потеряют связь друг с другом.

Сорбционные свойства исследовали посредством выдерживания образца в паровой среде над водой и над водным 0.5 н раствором соляной кислоты (выбрана в качестве среды, моделирующей раневой экссудат, ввиду возможного медицинского применения получаемых материалов).

Процесс сорбции не подчинялся закону Фика, и кривые набухания аномальны (Рисунки 2, 3). Набухание было неограниченно для обоих сорбатов, и степень сорбции не достигала равновесного значения. Воздушно-сухие плёнки хитозана после 24–32 ч нахождения в парах сорбционных сред приобретали консистенцию эластичного геля, а после 48–72 ч начинали растворяться. Наибольшее сродство к плёнкам имели пары воды. Однако начальный этап (около двух часов) сорбирования паров воды и соляной кислоты для всех образцов был практически одинаков. Различия в кинетике и степени сорбции начинали проявляться при более продолжительном выдерживании плёнок в парах сорбата.

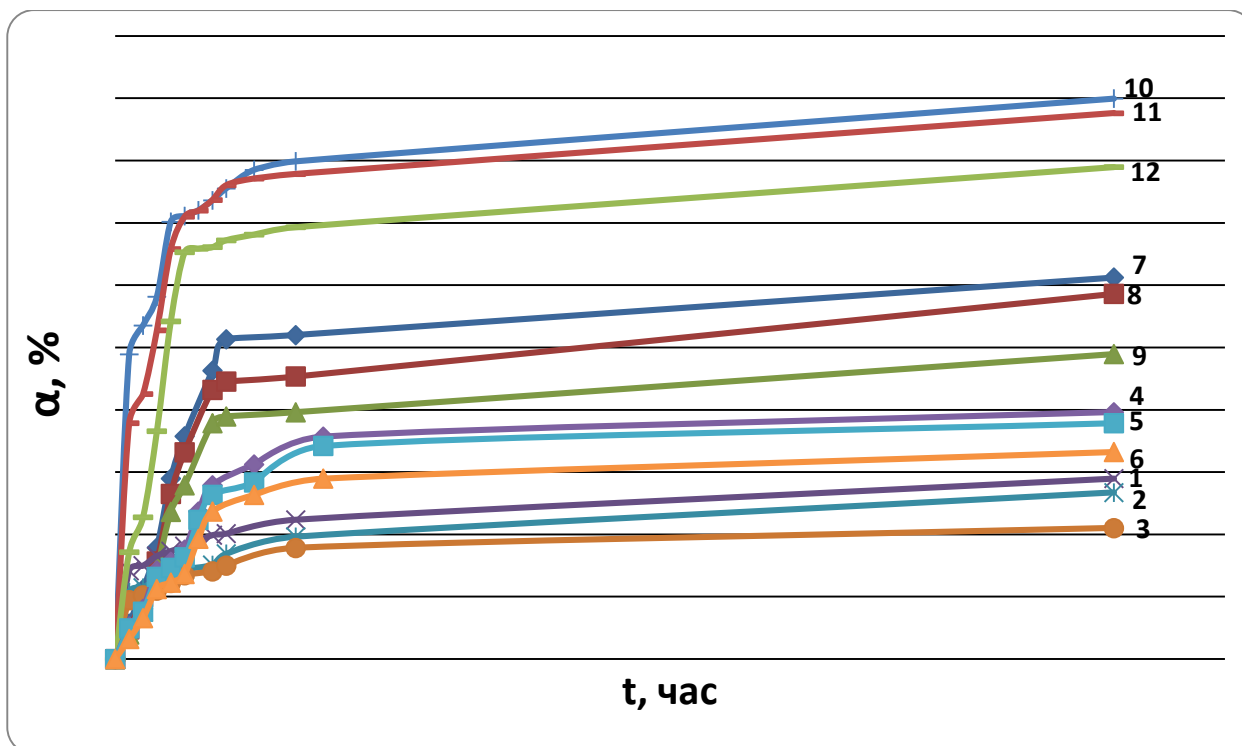


Рис.2. Кинетика набухания в парах воды образцов плёнок, отлитых из раствора кислот, с добавлением метилцеллюлозы и глицерина:

- ЯК $C = 2\%$: 1 – 0, 2 – 14, 3 – 25 сут;
- АК $C = 2\%$: 4 – 0, 5 – 14, 6 – 25 сут;
- ЛК $C = 4\%$: 7 – 0, 8 – 14, 9 – 25 сут;
- ГК $C = 2\%$: 10 – 0, 11 – 14, 12 – 25 сут.

Влияние выдержки растворов хитозана перед отливкой плёнок менее заметно, чем влияние природы кислоты-растворителя, и набор кривых чётко делится на отдельные части, соответствующие каждой кислоте. Для каждой отдельно взятой кислоты сорбционная способность плёнок уменьшалась по мере хранения их формовочных растворов. Это согласуется с нашим предположением об уменьшении степени переплетённости макромолекул при хранении растворов хитозана.

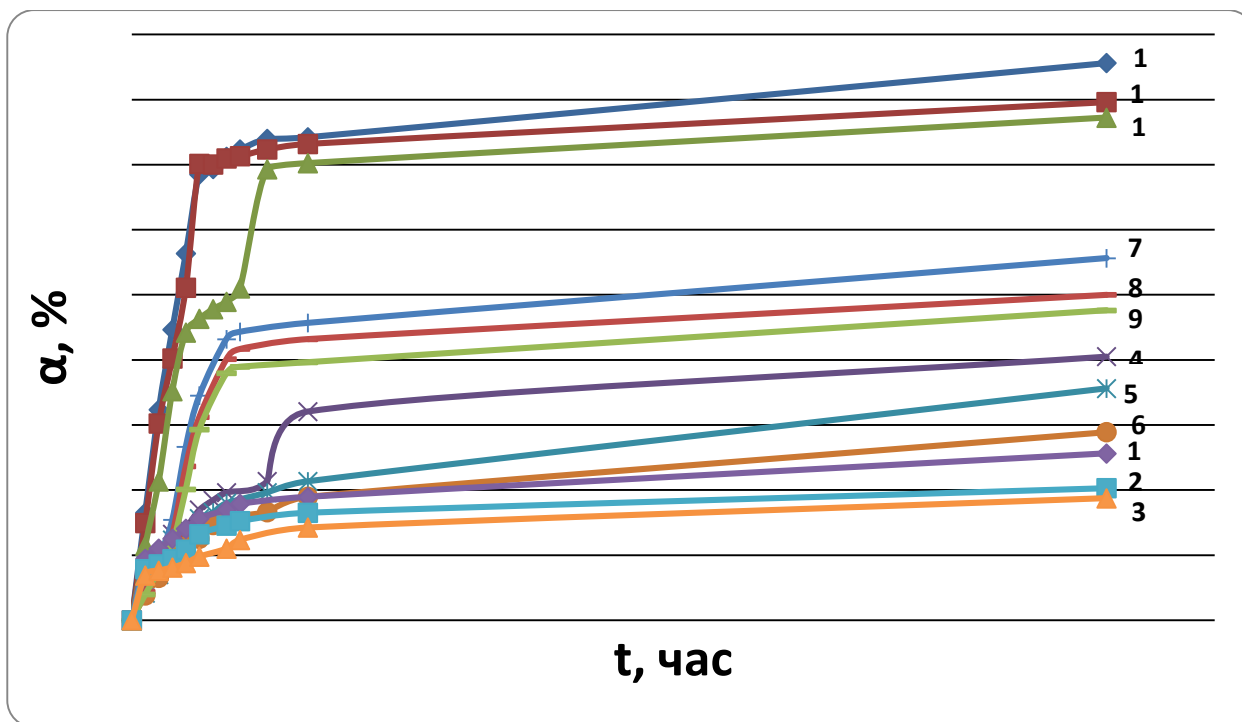


Рис.3. Кинетика набухания плёночных образцов в парах кислоты, отлитых из растворов кислот с добавлением МЦ и ГН:

- ЯК $C = 2\%$: 1 – 0, 2 – 14, 3 – 25 сут;
- ЛК $C = 4\%$: 4 – 0, 5 – 14, 6 – 25 сут;
- АК $C = 4\%$: 7 – 0, 8 – 14, 9 – 25 сут;
- ГК $C = 2\%$: 10 – 0, 11 – 14, 12 – 25 сут.

Список литературы

1. Алексеева Т.П., Рахметова А.А., Богословская О.А. и др. Новые ранозаживляющие средства на основе производных хитозана // Вестник «Здоровье и образование в XXI веке». — 2012. — Т. 14, № 5. — С. 48–49.
2. Бойко И.С., Подколотная О.А., Лысачок С.Г., Шмаков С.Л. Вязкостная деградация кислотных растворов хитозана и её изучение методом ионного зонда // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. — 2015. — Т.15, №4. — С. 21–30.
3. Гальбрайт Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение // Соросовский образовательный журнал. — 2001. — Т. 7, № 1. — С. 51–56.
4. Миронов А.В., Вихорева Г.А., Кильдеева Н.Р., Успенский С.А. Причины нестабильности вязкостных свойств уксуснокислых растворов хитозана // Высокомолек. соед. — 2007. — Т. 49Б, № 1. — С. 136–138.
5. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. — М.: Наука, 2002. — 368 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИОННОГО ЗОНДА ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОВЯЗКОСТИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АМИЛОЗЫ И Na-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Лысачок С.Г., Шмаков С.Л.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Институт химии, г.Саратов

Вязкость — одно из важнейших свойств растворов и расплавов полимеров [2, 3]. По ней судят о степени полимеризации, о конформациях макромолекул в растворе, о термодинамическом качестве растворителя. Макроскопическая вязкость, измеряемая с помощью вискозиметров, является мерой диссипации кинетической энергии слоёв жидкости при их скольжении друг относительно друга.

На базовой кафедре полимеров развивается метод ионного зонда [1], согласно которому вязкость вычисляют косвенно, через заранее установленную связь между предельной мольной электропроводностью ионов-зондов и вязкостью среды. Ион-зонд, проходя через раствор полимера, а тем более, колеблясь в положении равновесия (переменный ток), возмущает не всю макромолекулу, а только часть её, что позволяет оценивать вязкость на микроуровне («микровязкость»).

Этим методом ранее исследовали водно-кислые растворы хитозана, в том числе при их старении (выдержке во времени) [1]. Задачей настоящей работы было применение его к водным растворам неионогенного полимера амилозы (40 кДа) и ионогенного полимера Na-карбоксиметилцеллюлозы (270 кДа).

Использовали натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы со степенью замещения 65–85 мольн. %, влажностью 15 %, промышленный образец производства ООО «Экокласс», и амилозу с влажностью 12 %, промышленный образец производства ЗАО «Вектон». Средневязкостные молекулярные массы полимеров оценивали по стандартной вискозиметрической методике, с использованием уравнений Хаггинса и Куна–Марка–Хаувинка [3].

В качестве соли-зонда брали иодид калия, удовлетворяющий всем требованиям (сильный электролит, не подвержен гидролизу, не вступает в химическое взаимодействие с полимером). Электропроводность растворов измеряли на кондуктометре из учебно-лабораторного комплекса «Химия», использующем переменный ток из городской сети.

Предельную мольную электропроводность λ_{∞} (мСм·м²/моль) оценивали экстраполяцией зависимости мольной электропроводности от квадратного корня из ионной силы раствора (формула Кольрауша). В случае ионогенного полимера Na-КМЦ учитывали также его собственную диссоциацию (100%).

Для пересчёта λ_{∞} в микровязкость η_{μ} (мПа·с) строили калибровочную зависимость (Рисунок 1). В качестве эталона вязкого вещества брали глицерин и добавлением его к воде варьировали вязкость среды. Макро- и микровязкости для таких низкомолекулярных систем полагали одинаковыми.

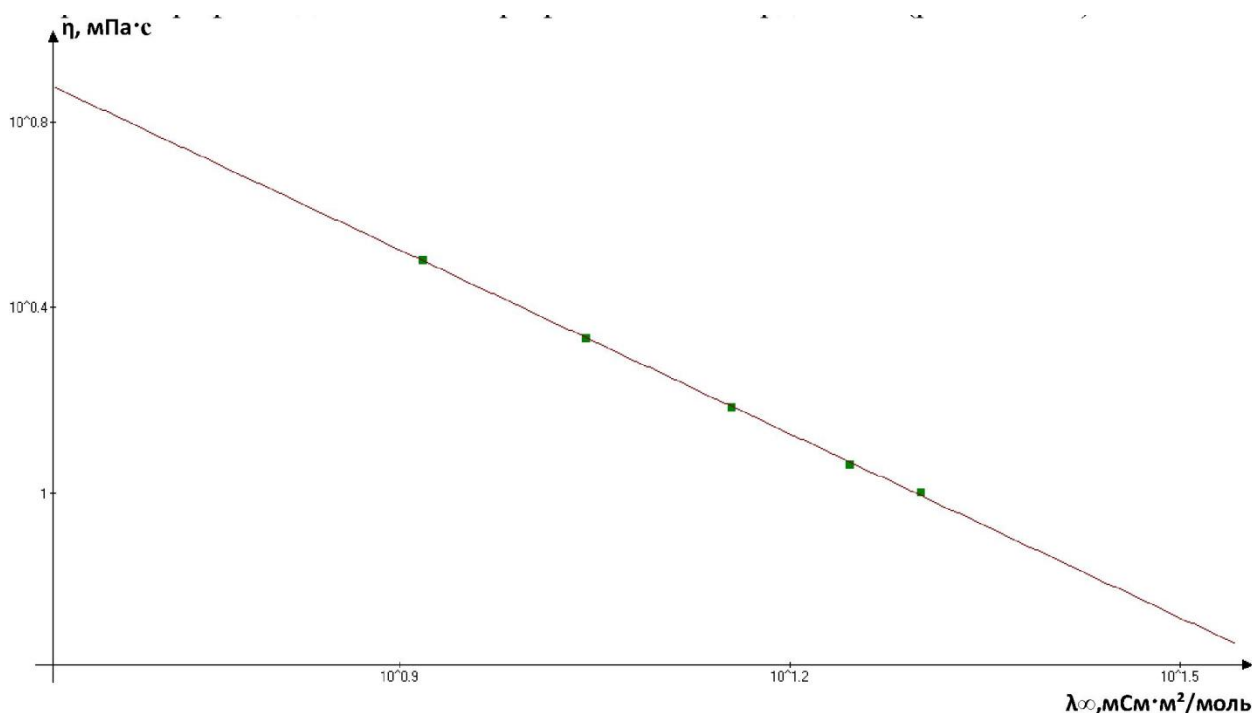


Рис.1. Корреляция между вязкостью смесей глицерина с водой и предельной мольной электропроводностью KI (двойные логарифмические координаты).

Полученные результаты описывали обобщённым правилом Вальдена–Писаржевского в двойных логарифмических координатах:

$$\eta \text{ [мПа} \cdot \text{с]} = \frac{51,47}{\lambda_{\infty}^{1,319} \text{ [мСм} \cdot \text{м}^2 \text{/моль]}}$$

Строили зависимость удельной мольной электропроводности KI в среде водных растворов Na-КМЦ и амилозы различной концентрации от квадратного корня из ионной силы. Экстраполяцией оценивали значения предельной мольной электропроводности. Также измеряли абсолютную вязкость растворов с теми же

концентрациями полимеров на вискозиметре Уббелюде. С ростом концентрации Na-КМЦ в растворе абсолютная вязкость увеличивалась, а микровязкость уменьшалась (Табл.1), что, по нашему мнению, является следствием полиэлектролитного эффекта.

Таблица 1

Микро- и макровязкости растворов Na-КМЦ

С(Na-КМЦ), г/дл	Предельная мольная электропроводность КІ λ_{∞} , мСм·м ² /моль	Микровязкость η_{μ} , мПа·с	Макровязкость η , мПа·с
0,1	11,77	1,99	1,34
0,2	12,72	1,79	1,43
0,3	14,13	1,56	1,68

Микровязкость растворов амилозы во всех случаях меньше макровязкости (Табл.2), что согласуется с тем, что ион-зонд возмущает только часть макромолекулы (в среднем). Однако эти значения различаются не более чем в два с половиной раза, в то время как ранее для хитозана различие было в 4–5 раз [1]. Это можно объяснить относительно небольшой средневязкостной ММ амилозы (40 кДа) по сравнению с хитозаном (200 кДа, лит. данные).

Таблица 2

Микро- и макровязкости растворов амилозы

С(амилозы) г/дл	Предельная мольная электропроводность КІ λ_{∞} , мСм·м ² /моль	Микровязкость η_{μ} , мПа·с	Макровязкость η , мПа·с
1	16,98	1,22	1,43
2	16,78	1,24	1,96
3	15,91	1,33	2,95

Известно, что амилоза образует истинные молекулярные растворы, но с течением времени самопроизвольно выпадает из них в осадок. Это явление, называвшееся ранее ретроградацией, обычно объясняют ассоциацией длинных нитевидных молекул амилозы, ориентированных параллельно друг другу, за счёт водородных связей непосредственно между гидроксильными группами глюкопиранозных циклов соседних цепей.

Вязкость таких растворов при удалении осадка снижается. В случае же применения ионного зонда КІ можно ожидать протекания двух процессов, по-разному влияющих на электропроводность водного раствора амилозы. Один из них — адсорбция (иммобилизация) ионов на поверхности коллоидных частиц амилозы, сопровождающаяся уменьшением концентрации соли в растворе. При неучёте этого λ , а, значит, и λ_{∞} занижаются (кажущиеся молярные электропроводности). Второй процесс — снижение концентрации амилозы в растворе вследствие её осаждения, с соответствующим понижением вязкости и ростом λ_{∞} .

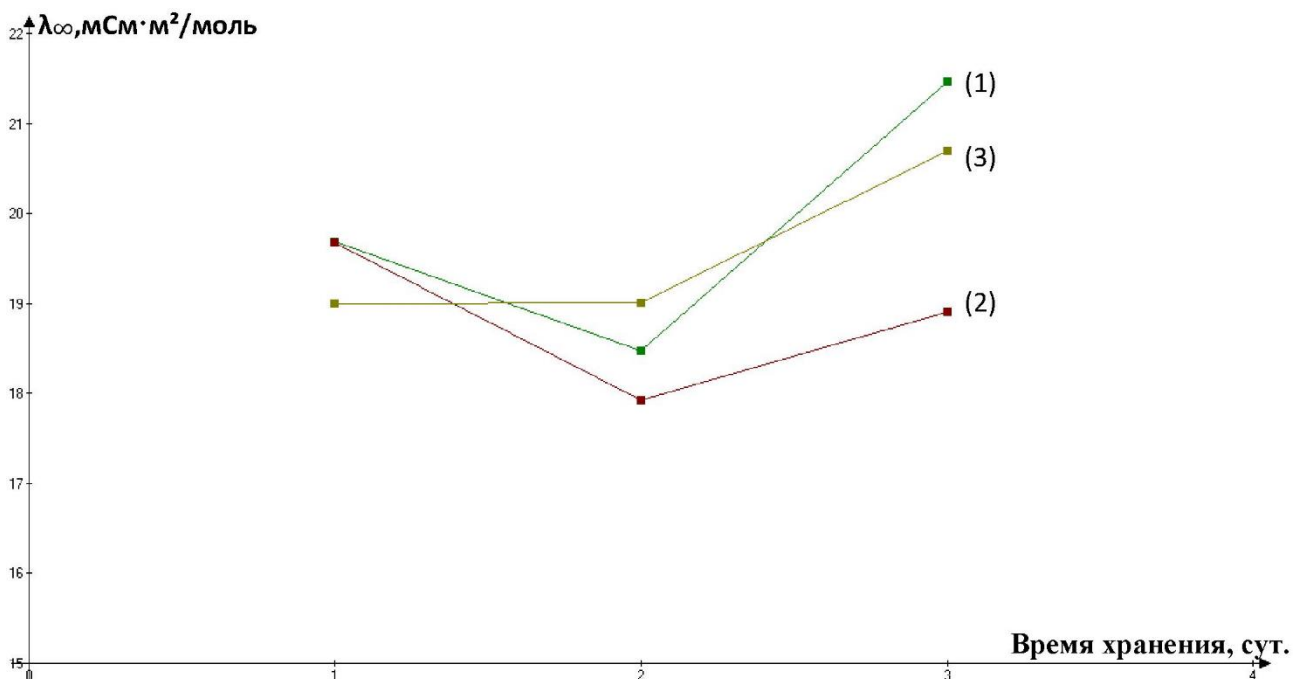


Рис.2. Зависимость предельной мольной электропроводности KI в водных растворах амилозы с концентрацией 0,1(1), 0,3(2), 0,5(3) % от времени хранения.

За первые сутки хранения λ_{∞} уменьшалась (Рисунок 2), то есть процесс адсорбции преобладал. На вторые сутки хранения λ_{∞} возрастала, свидетельствуя о превалировании процесса высвобождения и уменьшения концентрации амилозы в растворе.

Список литературы

1. Бойко И.С., Подколотная О.А., Лысачок С.Г., Шмаков С.Л. Вязкостная деградация кислотных растворов хитозана и её изучение методом ионного зонда // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2015. – Т. 15, №4. – С. 21–30.
2. Малкин А.Я., Чалых А.Е. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения. – М.: Химия, 1979. – 304 с.
3. Энциклопедия полимеров // под ред. В. А. Каргина и др. – М.: Советская энциклопедия, 1972–1977.

ПРИМЕНЕНИЕ СМЕШАННОГО РАСТВОРИТЕЛЯ МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА – D-АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА – ВОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЁНОК ХИТОЗАНА

Анненкова Н.С., Шмаков С.Л.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Институт химии, г.Саратов

Аминополисахарид хитозан широко используется в различных областях [2, 5], в частности, плёнки на его основе нашли применение в медицине и фармакологии [1]. Их получают, растворяя полимер в водных растворах различных кислот и поливая на подложку. При этом кислоты-растворители должны быть безопасными для организма, фармакопейными, а лучше всего, если и биологически активными, то есть выполнять две роли: растворителя хитозана и активного компонента.

Молочная кислота обладает антибактериальной активностью, и плёнки лактата хитозана высокоэластичны и бактерицидны. Известен способ получения плёночного покрытия толщиной 50–250 мкм с относительным удлинением при разрыве 42–470% [3].

Аскорбиновая кислота является мощным антиоксидантом и витамином С, полезным для иммунной системы организма. Плёнки из аскорбата хитозана в чистом виде в литературе не описаны, но известно «Раневое покрытие на основе коллаген-хитозанового комплекса» [4] для восстановления дефектов кожи в виде

губки, геля, коллоидного раствора, плёнки; содержащее хитозан со степенью деацетилирования 0,95–0,99 и молекулярной массой 100–1000 кДа, при содержании аскорбиновой кислоты 1,8 г/г сухого хитозана.

По отдельности названные кислоты реагируют с хитозаном, протонируя аминогруппы и образуя соответствующие соли (лактат и аскорбат хитозана). Однако совместно эти кислоты ещё не использовались.

Целью настоящей работы являлось получение и изучение физико-механических свойств плёнок на основе хитозана с применением смешанного растворителя молочная кислота – аскорбиновая кислота – вода.

Воздушно-сухую навеску хитозана (средневязкостная молекулярная масса 200 и 700 кДа, далее ХТЗ-200 и ХТЗ-700) растворяли в смешанном растворителе молочная кислота – *D*-аскорбиновая кислота – вода в течение 1 сут, периодически встряхивая. Суммарная концентрация кислот-растворителей поддерживалась равной 2 мас. %. Затем проводили перемешивание на магнитной мешалке.

Полученный формовочный раствор (20 мл) выливали на инертную пластиковую подложку в чашке Петри и давали летучим компонентам растворителя испариться в течение 2–3 сут. Полноту испарения контролировали визуально, по лёгкости открепления готовой плёнки от подложки.

Полимер в свежесформованных плёнках находился в солевой форме. При попытках перевода его в основную форму (водный 0,1 н раствор NaOH) плёнки уменьшались в размерах (примерно в 1,5 раза), теряли эластичность и становились ломкими. Дальнейшее их исследование оказывалось невозможным. Вероятно, это связано с тем, что анионы кислот, особенно анион аскорбиновой кислоты, соразмерный мономерному звену хитозана, выщелачиваясь из структуры материала, оставляли в ней пустоты, вызывали усадку и больше не играли роли пластификаторов.

Плёнки испытывали на разрывной машине S-серии фирмы Tinius Olsen. Сорбцию проводили в эксикаторе на специальных ситах над парами сорбата. Набухание регистрировали во времени, взвешивая набухший образец на аналитических весах (точность ± 0.0001) через каждые 15 минут в течение 2 ч.

По мере замены молочной кислоты на аскорбиновую прочностные свойства плёнок на основе хитозана значительно менялись: относительное удлинение при разрыве уменьшалось, то есть плёнка становилась более хрупкой и быстрее рвалась. Это, вероятно, связано с тем, что молекула аскорбиновой кислоты гораздо больше, чем молочной, к тому же, обе кислоты были взяты в избытке. Молекулы низкомолекулярных кислот «раздвигают» макромолекулы хитозана, образуя хрупкие прослойки, и макромолекулы при растяжении образца не успевают конформационно развернуться, прежде чем произойдёт разрыв по хрупким участкам. Большая молекулярная масса хитозана (700 против 200 кДа) смягчает этот эффект (Рисунки 1 и 2).

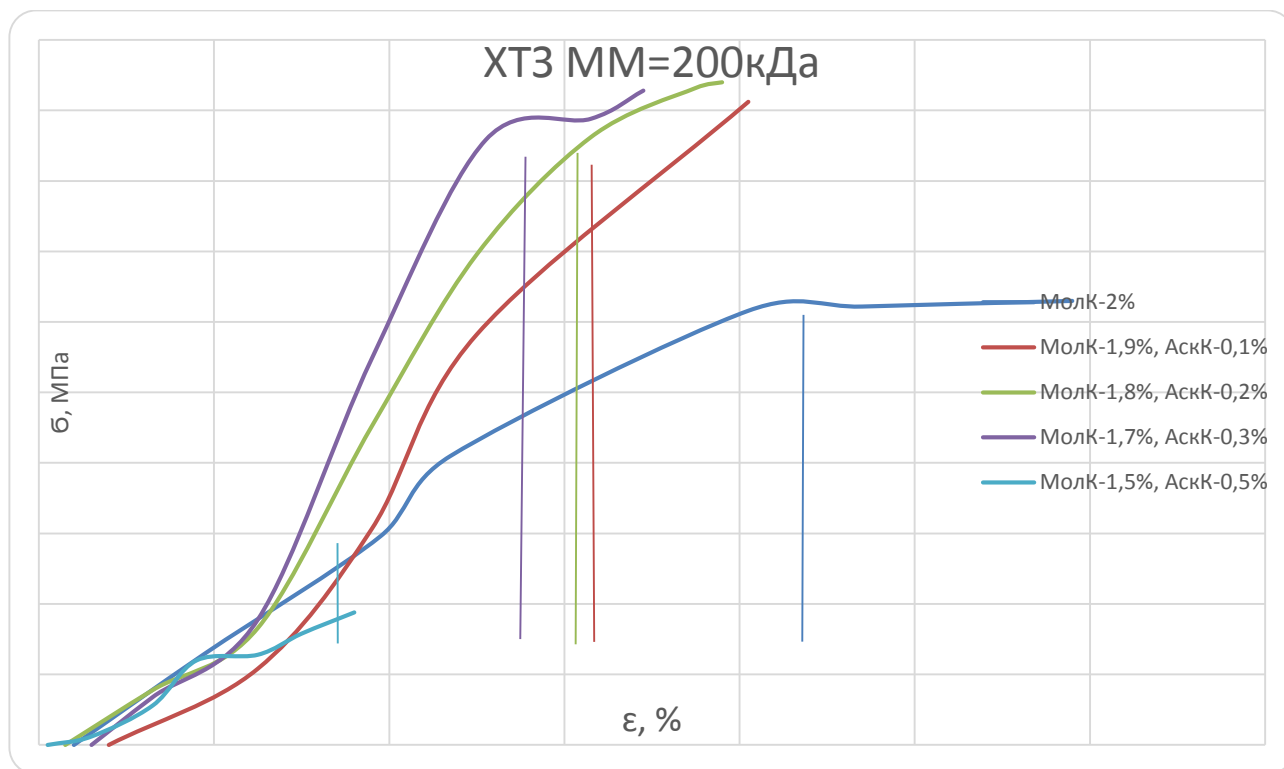


Рис.1. Кривые напряжение–относительное удлинение плёнок ХТЗ-200. Длина плёнок 2 см, ширина 1 см, толщина 70–80 мкм. Справа указан состав смешанного растворителя.

Механическое напряжение при разрыве проходит через максимум для ХТЗ-200; возможно, такой максимум существует и для ХТЗ-700, но он не наблюдался, поскольку при концентрациях аскорбиновой кислоты выше 0,5 мас. % плёнки не изготавливались. Плёнки с высоким разрывным напряжением получались из формовочных растворов с концентрацией аскорбиновой кислоты 0,1–0,3% (молочной, соответственно, 1,9–1,7%) для ХТЗ-200 и 0,3–0,5% (1,7–1,5%) для ХТЗ-700. Как и следовало ожидать, при увеличении молекулярной массы хитозана плёнки становились более прочными, их разрывное напряжение увеличивалось (ср. Рисунки 1 и 2).

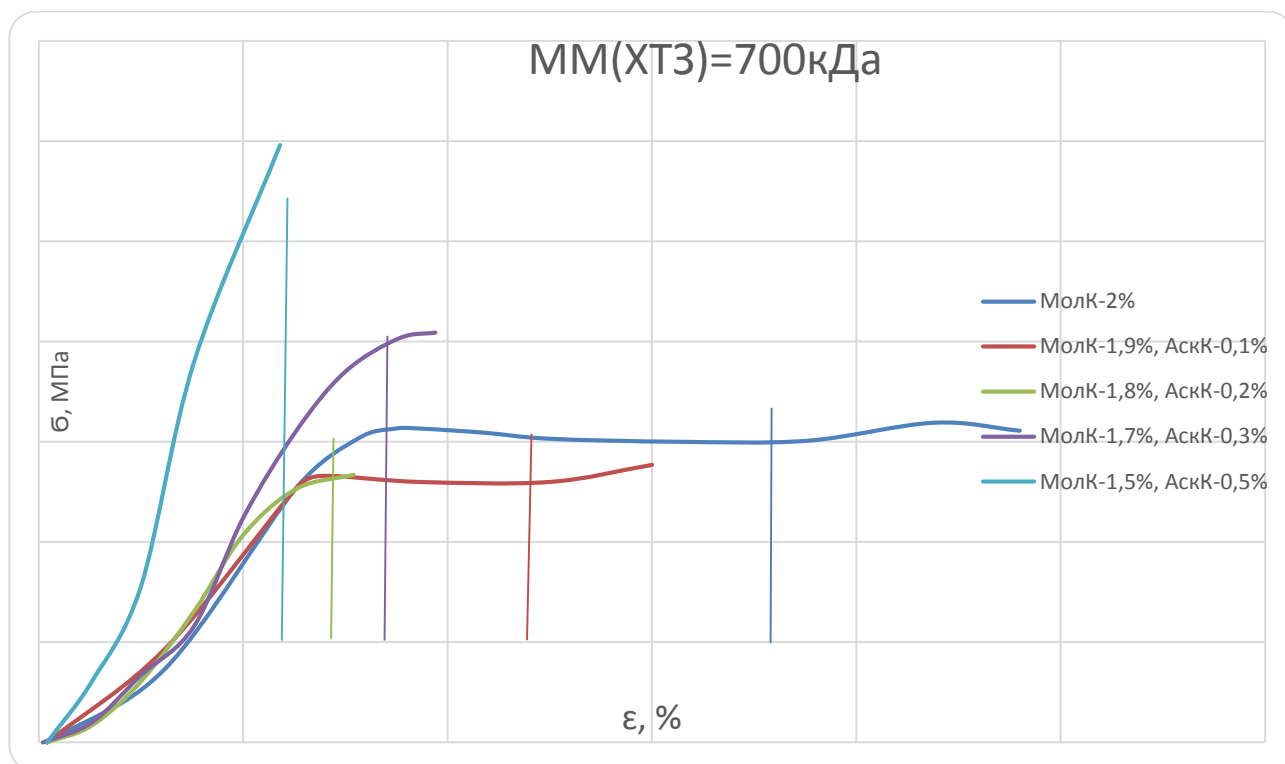


Рис.2. Кривые напряжение–относительное удлинение плёнок ХТЗ-700. Длина плёнок 2 см, ширина 1 см, толщина 70–80 мкм. Справа указан состав смешанного растворителя.

При сорбции в парах соляной кислоты или воды (модели физиологических сред) образцы коробились и теряли форму, их взвешивание становилось невозможным. Видимо, сорбируемая вода просто растворяла кислотные прослойки, делая образец очень неоднородным по структуре и механическим свойствам. Поскольку кислоты-растворители были взяты в избытке, далее изучали сорбцию в парах водного раствора аммиака.

Кинетические кривые сорбции паров водного раствора аммиака плёнками хитозана немонотонны, вероятно, из-за несовершенства процедуры контроля массы (образцы приходилось каждый раз вынимать из паровой среды и после взвешивания возвращать), но с течением времени выходят на плато. Равновесная степень сорбции монотонно росла с содержанием аскорбиновой кислоты в смешанном растворителе (Табл.1). Это, вероятно, связано с тем, что эта двухосновная кислота присоединяет к себе больше аммиака. С ростом молекулярной массы хитозана равновесная степень сорбции также возрастает.

Таблица 1

Сорбционные свойства плёнок ХТЗ-200 и ХТЗ-700, отлитых из растворов в смешанном растворителе

Конц. кислоты, мас. %		Равновесная степень сорбции, мас. %	
Молочная	Аскорбиновая	ХТЗ-200	ХТЗ-700
2,0	0,0	21	29
1,9	0,1	26	32
1,8	0,2	27	34
1,7	0,3	34	46
1,5	0,5	36	48

Список литературы

1. Алексеева Т.П., Рахметова А.А., Богословская О.А. и др. Новые ранозаживляющие средства на основе производных хитозана // Вестник «Здоровье и образование в XXI веке». — 2012. — Т. 14, № 5. — С. 48–49.
2. Гальбрайт Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение // Соросовский образовательный журнал. — 2001. — Т. 7, № 1. — С. 51–56.
3. Пат. 2461575 РФ, МПК C08B37/08, C08J5/18. Способ получения плёночного покрытия на основе хитозана и плёночное покрытие на основе хитозана / Фомина В.И., Шиповская А.Б., Юсупова К.А., Бузинова Д.А.; 2010132162/10; заявл. 02.08.2010, опубл. 20.09.2012, Бюл. № 26. — с. 1–10.
4. Пат. 2254145 РФ, МПК A61L15/28, A61L15/32, A61L26/00. Раневое покрытие на основе коллаген-хитозанового комплекса / Большаков И.Н., Горбунов Н.С., Шамова Е.С., Еремеев А.В., Сизых А.Г., Сурков Е.В., Насибов С.М., Малый В.П., Сетков Н.А.; 2003130390/15; заявл. 14.10.2003; опубл. 20.06.2005, Бюл. № 17. — 5 с.
5. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. — М.: Наука, 2002. — 368 с.

ТЕМПЕРАТУРА ТЕКУЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

¹Мацевич Т.А., ¹Попова М.Н., ^{1,2}Мацевич А.В., ^{1,2}Аскадский А.А.

¹ФГБОУ ВО НИУ Московский государственный строительный университет, г.Москва

²ФГБУН Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, г.Москва

Проведено теоретическое исследование температуры текучести T_f полимерных нанокompозитов. Учитывается химическое строение полимера и наночастиц, межмолекулярное взаимодействие между полимером и наночастицей при модификации поверхности полярными группам, ван-дер-ваальсов объем и молекулярный вес полимера, концентрация и форма наночастиц. Приведены зависимости T_f от радиуса наночастиц, их концентрации и числа полярных групп на их поверхности. Расчетная схема компьютеризованна.

Ключевые слова: нанокompозиты, наночастицы, температура текучести, ван-дер-ваальсов объем, межмолекулярное взаимодействие.

В настоящее время большое внимание уделяется получению композиционных полимерных материалов, содержащих наночастицы различного строения. Наиболее детальный анализ влияния наночастиц на физические свойства нанокompозитов имеется в обзоре [1]. В цитируемой работе рассматриваются структурные аспекты нанокompозитов, их термические и механические свойства. Однако задача предсказания свойств нанокompозитов с учетом химического строения полимерной матрицы и наночастиц в явном виде еще не ставилась. В данной работе поставлена задача разработки такой расчетной схемы, которая позволяла бы оценивать температуру текучести нанокompозитов на основе химического строения и молекулярного веса полимера, формы и концентрации наночастиц, а также химического строения полярных групп, привитых к их поверхности с целью ее модификации.

Если наночастицы содержат определенное число полярных групп на их поверхности, то появляется дополнительное межмолекулярное взаимодействие между полимером и наполнителем. Это обстоятельство должно быть принято во внимание введением дополнительного члена в уравнение для расчета температуры стеклования T_g , которая в дальнейшем нам понадобится для оценки температуры текучести T_f . Для линейных полимеров используем следующее уравнение [2-8]:

$$T_g = \frac{\sum_i \Delta V_i}{\sum_i a_i \Delta V_i + \sum_j b_j - b_j \beta}, \quad (1)$$

где $\sum_i \Delta V_i$ – ван-дер-ваальсов объем повторяющегося звена полимера; $\sum_i a_i \Delta V_i + \sum_j b_j$ – набор атомных констант для повторяющегося звена; β – число полярных групп, локализованных на поверхности наночастиц в расчете на одно повторяющееся звено полимера. Величины a_i и b_j табулированы в работах [2-8].

Величина β определяется исходя из следующих соображений. Число сферических наночастиц n_{np} , содержащихся в 1 г нанокompозита, равно

$$n_{np} = \frac{c_{np}}{g_{np}} = \frac{3c_{np}}{\rho_{np} 4\pi R_{np}^3}, \quad (2)$$

где c_{np} – вес наночастиц в нанокompозите, g_{np} – вес одной наночастицы, ρ_{np} – плотность наночастицы, R_{np} – радиус наночастицы.

Таким образом, число полярных групп N_{pg} на поверхности всех наночастиц в данной системе равно

$$N_{pg} = \frac{n_{pg} \cdot 3c_{np}}{\rho_{np} 4\pi R_{np}^3}, \quad (3)$$

где n_{pg} – число полярных групп на поверхности одной наночастицы.

Общее число повторяющихся звеньев N_{ru} в рассматриваемой системе равно

$$N_{ru} = \frac{c_p}{M_0} \cdot 0.6023 \cdot 10^{24}, \quad (4)$$

где c_p – вес полимера, M_0 – молекулярный вес повторяющегося звена. Тогда число полярных групп, приходящихся на одно повторяющееся звено, равно

$$\beta = \frac{n_{pg} 3c_{np} M_0}{\rho_{np} 4\pi R_{np}^3 c_p 0.6023 \cdot 10^{24}}. \quad (5)$$

Подставляя формулу (5) в уравнение (1), получаем:

$$T_g = \frac{\left(\sum_i \Delta V_i \right)}{\left(\sum_i a_i \Delta V_i + \sum_j b_j \right) - b_j \frac{n_{pg} 3c_{np} M_0}{\rho_{np} 4\pi R_{np}^3 c_p 0.6023 \cdot 10^{24}}}, \quad (6)$$

где $b_j = 55 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}^3 \cdot \text{K}^{-1}$ если полярные группы любого типа локализируются на поверхности наночастиц; $b_j = 27 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}^3 \cdot \text{K}^{-1}$ когда фенильные группы локализируются на поверхности наночастиц; $b_j = 140 \cdot 10^{-3} \text{ \AA}^3 \cdot \text{K}^{-1}$ если имеются группы, обладающие водородными связями. Расчет проводится для 1 г композиции.

Если наночастицы имеют не сферическую форму, а форму брусков, уравнение (6) записывается в виде

$$T_g = \frac{\left(\sum_i \Delta V_i \right)}{\left(\sum_i a_i \Delta V_i + \sum_j b_j \right) - b_j \frac{n_{pg} c_{np} M_0}{\rho_{np} abh \cdot c_p 0.6023 \cdot 10^{24}}}, \quad (7)$$

где a , b и h – длина, ширина и толщина наночастицы соответственно.

Если наночастица представляет собой коротко-рубленое волокно, уравнение (6) записывается так

$$T_g = \frac{\left(\sum_i \Delta V_i \right)}{\left(\sum_i a_i \Delta V_i + \sum_j b_j \right) - b_j \frac{n_{pg} c_{np} M_0}{\rho_{np} \pi R_{np}^2 l_{np} c_p 0.6023 \cdot 10^{24}}}, \quad (8)$$

где R_{np} – радиус волокна, l_{np} – его длина.

Рассмотрим описание зависимости температуры текучести от химического строения и концентрации полимера, от размера и концентрации наночастиц, и химического строения и концентрации функциональных групп на поверхности наночастиц.

Температура текучести полимера описывается следующим уравнением [2-3]:

$$\frac{T_g}{T_f} = 1 + \frac{1}{26} \ln \frac{B}{\left(\frac{M}{M_s}\right)^{3/2} \left\{ \left[\left(2.4 \frac{M}{M_s}\right)^{1/2} - 1 \right]^3 + \frac{1}{3} \right\}}, \quad (9)$$

где $B = 0.5$, M – молекулярный вес полимера, M_s – молекулярный вес механического сегмента макромолекулы, т.е. молекулярный вес, начиная с которого температура стеклования становится независимой от M .

Величина M_s рассчитывается с помощью следующего уравнения [2-3]:

$$N_s = \frac{M_s}{M_0} = 0.24 T_{g,0} \left[N_A \left(\sum_i \Delta V_i \right) \right]^{1/3}, \quad (10)$$

где N_s – число повторяющихся звеньев в пределах механического сегмента, M_0 – молекулярный вес повторяющегося звена, N_A – число Авогадро, $\left(\sum_i \Delta V_i \right)$ – ван-дер-ваальсов объем повторяющегося звена, $T_{g,0}$

– температура стеклования исходного полимера, не содержащего наночастиц.

Подставляя (12) в уравнение (11), в общем случае получаем:

$$\frac{T_g}{T_f} = 1 + \frac{1}{26} \ln \frac{B}{\left(\frac{M}{M_0 0.24 T_{g,0} \left[N_A \left(\sum_i \Delta V_i \right) \right]^{1/3}} \right)^{3/2} \left\{ \left[\left(\frac{10M}{M_0 0.24 T_{g,0} \left[N_A \left(\sum_i \Delta V_i \right) \right]^{1/3}} \right)^{1/2} - 1 \right]^3 + \frac{1}{3} \right\}}. \quad (11)$$

Рассчитаем зависимости температуры стеклования от всех параметров системы (эти параметры помещены в Табл.1; полимер – ПВХ).

Таблица 1

Параметры системы «линейный полимер/наночастицы».

n_{pg}	ρ_{np} , г/см ³	R_{np} , нм	M_0	$\left(\sum_i \Delta V_i \right)$, Å ³	c_p , г	c_{np} , г	$\left(\sum_i a_i \Delta V_i + \sum_j b_j \right)$, Å·К ⁻¹
10 ⁴	0.74	5.0	62.5	48.9	0.95	0.05	0.1434

Путь расчета следующий: фиксируем все параметры, имеющиеся в Табл.1, кроме одного из них; этот незафиксированный параметр используем как аргумент, и рассчитываем зависимости температуры стеклования T_g от этого аргумента.

Прежде всего, мы должны рассчитать величины температур стеклования и текучести для исходного полимера. Такие расчеты проводятся с помощью ЭВМ-программы «Каскад», ИНЭОС РАН. Например, если $M = 30000$, $T_{g,0} = 341$ К, $T_f = 384$ К.

В качестве примера величины T_g/T_f для ПВХ помещены в Табл.2. Подставляя все параметры, имеющиеся в Табл.1 и 2 в уравнение (6), получаем формулы для описания температуры текучести при разных параметрах наночастиц и молекулярных весах полимера.

Величины $T_{g,0}$, T_f и $T_{g,0}/T_f$ для ПВХ при различных молекулярных весах M .

M	$T_{g,0}$, К	T_f , К	$T_{g,0}/T_f$
10000	327.2	327.2	1.0
20000	341.2	360.5	0.946
30000	341.2	384.3	0.888
40000	341.2	402.7	0.847
50000	341.2	417.8	0.817
60000	341.2	430.8	0.792

Зависимость T_f от числа полярных групп, локализованных на поверхности наночастицы, выглядит следующим образом (при $M = 30000$):

$$T_f = \frac{55.07}{0.1434 - 0.07758 \cdot 10^{-5} n_{pg}} \quad (12)$$

Зависимость T_f от концентрации наночастиц выглядит так (при $M = 30000$):

$$T_f = \frac{55.07}{0.1434 - \frac{0.1474 c_{np}}{1 - c_{np}}} \quad (13)$$

Зависимость T_f от радиуса наночастиц следующая (при $M = 30000$):

$$T_f = \frac{55.07}{0.1434 - \frac{969.8}{R_{np}^3}} \quad (14)$$

Зависимости, рассчитанные с помощью соотношений (12)-(14), показаны ниже на Рисунках 2-4. Видно, что температура текучести T_f заметно возрастает с увеличением количества полярных групп, находящихся на поверхности сферической наночастицы, и с ростом молекулярного веса полимера. Однако с увеличением радиуса наночастиц температура текучести снижается.

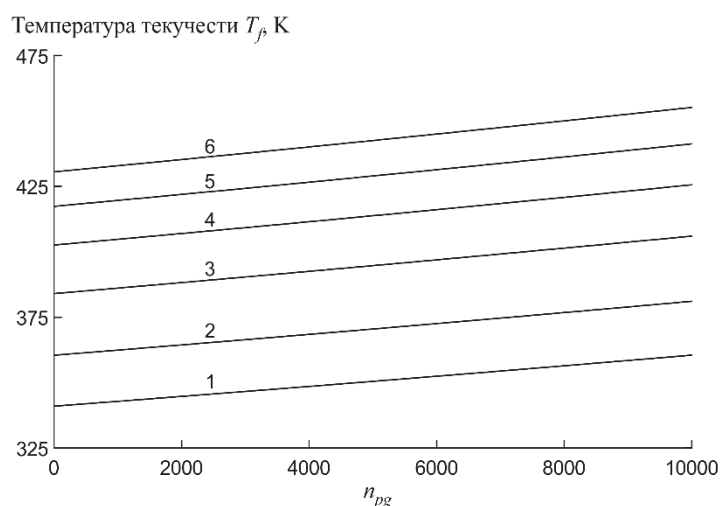


Рис.2. Зависимости температуры текучести от числа полярных групп локализованных на поверхности сферической наночастицы. 1 - $M = 10000$; 2 - $M = 20000$; 3 - $M = 30000$; 4 - $M = 40000$; 5 - $M = 50000$; 6 - $M = 60000$.

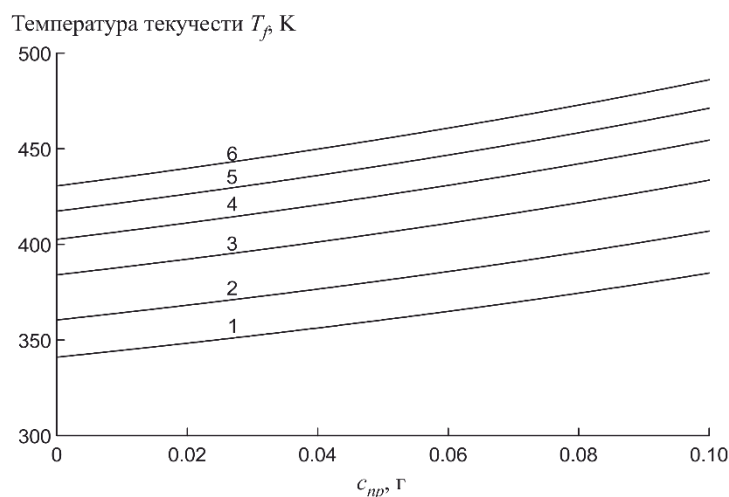


Рис.3. Зависимости T_f от концентрации сферических наночастиц. 1 – $M = 10000$; 2 - $M = 20000$; 3 - $M = 30000$; 4 - $M = 40000$; 5 - $M = 50000$; 6 - $M = 60000$.

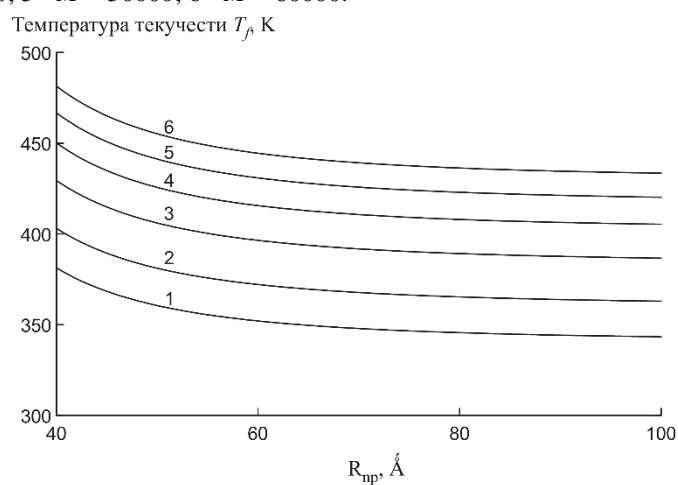


Рис.4. Зависимости T_f от радиуса сферических наночастиц. 1 – $M = 10000$; 2 - $M = 20000$; 3 - $M = 30000$; 4 - $M = 40000$; 5 - $M = 50000$; 6 - $M = 60000$.

Список литературы

1. Козлов Г.В. “Структура и свойства дисперсно-наполненных полимерных нанокомпозитов”, УФН, 185:1 (2015), 35–64.
2. Askadskii A.A. Computational Materials Science of Polymers. Cambridge. Cambridge International Science Publishing. 2003.
3. Аскадский А.А., Кондращенко В.И. Компьютерное материаловедение полимеров. Т. 1. Атомно-молекулярный уровень. Москва. «Научный Мир». 1999.
4. Аскадский А.А. Лекции по физико-химии полимеров. М.: Физический факультет МГУ. 2001.
5. Askadskii A.A. Lecture on the Physico-Chemistry of Polymers. New York, Nova Science Publishers, Inc. 2003.
6. Аскадский А.А., Хохлов А.Р. Введение в физико-химию полимеров. Москва. «Научный Мир». 2009.
7. Аскадский А.А., Матвеев Ю.И. Химическое строение и физические свойства полимеров. М.: Химия, 1983.
8. Аскадский А.А., Попова М.Н., Кондращенко В.И. Физико-химия полимерных материалов и методы их исследования. Москва, изд-во АСВ. 2015.

СЕКЦИЯ №44.

ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)

**СЕКЦИЯ №45.
ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)**

**СЕКЦИЯ №46.
БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)**

**СЕКЦИЯ №47.
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)**

**СЕКЦИЯ №48.
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)**

**СЕКЦИЯ №49.
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)**

МОДИФИЦИРОВАННАЯ АЛКИЛФЕНОЛЯТНАЯ ПРИСАДКА К МОТОРНЫМ МАСЛАМ

Нагиева Э.А., Мамедьярова Х.Н., Кязим-заде А.К., Гадиров А.А., Ибадова С.Я.

Институт Химии Присадок им. академика А.М. Кулиева НАН Азербайджана, г. Баку

Современные моторные масла состоят из композиции присадок различного функционального действия. Простота технологии получения, относительная доступность и дешевизна сырья, комплекс эксплуатационных свойств присадок алкилфенолятного типа позволяет расширить их ассортимент и получить различные их модификации [1,3].

Серосодержащие органические соединения широко используются в качестве присадок к смазочным маслам [2].

Исходя из этого, нами синтезирована и исследована серосодержащая алкилфенолятная присадка АКІ-34.

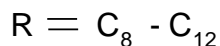
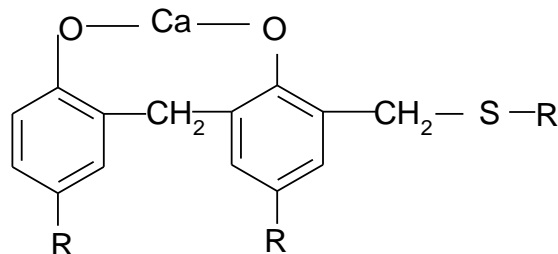
Присадка АКІ-34 – кальциевая соль продукта конденсации алкилфенола, формальдегида и додецилмеркаптана .

Получение присадки состоит из трех стадий:

- последовательной конденсации алкилфенола с формальдегидом и додецилмеркаптаном;
- нейтрализации продукта конденсации;
- сушки продукта конденсации и центрифугировании (отделение присадки от мехпримесей).

Полученная присадка имеет щелочное число 65-70 мг КОН /г.

Предполагаемая формула присадки:



Изучены физико-химические и функциональные свойства присадки.
свойства изучались по следующим стандартным методам:

Функциональные

- антикоррозионные свойства (ГОСТ 20502-75);

- стабильность по индукционному периоду осадкообразования (ИПО) в течение 30 и 40 часов (ГОСТ 11063-77);

-моющие свойства по ПЗВ (ГОСТ 5226 – 2013).

Для сравнения параллельно испытывали образцы масла с товарными присадками ЦИАТИМ–339 (дисульфид алкилфенолята бария) и ИХП -101(алкилфенолят бария) (Табл.1).

Как видно из Табл.1, присадка АКІ -34 по антикоррозионным и антиокислительным свойствам превосходит товарные присадки ЦИАТИМ – 339 и ИХП -101.

Присадка АКІ -34 исследовалась как в индивидуальном виде, так и в составе моторного масла М-10 Г₂ взамен присадки ИХП -101.

Как показали исследования, масло М-10Г₂ с присадкой АКІ -34 соответствует ГОСТ 8581-78 на это масло и не уступают по эксплуатационным характеристикам зарубежному аналогу фирмы Shell SAE 30W «Rotella TX» (Табл.2).

Таким образом, показана возможность получения серосодержащей присадки АКІ -34 с хорошими эксплуатационными свойствами.

Таблица 1

Физико-химические и функциональные свойства присадок

Присадки	Щелочное число, мг КОН/г	Зольность сульфатная, %	Кинематическая вязкость, мм ² /с при 100 ⁰ С	Масло М-8 с 5% присадки		
				Коррозионность на пластинках из свинца, г/м ²	Индукционный период осадкообразования, ИПО, осадок, %	Моющие свойства по ПЗВ, балл
Масло М-8	-	-	7,5	180,5	4,5	5,5 -6,0
АКІ 34	65,8	6,2	70,5	4,8	0,6	0,5- 1
ЦИАТИМ -339	42,0	10,3	-	60,4	5,2	1,0
ИХП-101	64,5	12,5	56,5	18	4,0	0,5-1

Таблица 2

Физико-химические свойства опытного масла М-10Г₂

	Масло М-10Г ₂		
	ГОСТ 8581-78	Опытное масло М-10Г ₂ с присадкой АКІ-34	Масло фирмы Shell SAE 30W «Rotella ТХ»соответствующее маслу М-10Г ₂
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при 100 ⁰ С	11±0,5	11,48	10,8
Индекс вязкости, не менее	90	90	102
Температура вспышки, опр. в открытом тигле, ⁰ С не ниже	205	205	202
Температура застывания, ⁰ С, не выше	Минус 15	Минус 15	Минус 18
Щелочное число, мгКОН на 1г масла, не менее	6,0	6,1	9,4
Зольность сульфатная, %, не более	1,65	1,20	1,3
Коррозионность на пластинках из свинца, г/м ² , не более	20	Отс.	Отс.
Моющие свойства по ПЗВ, баллы, не более	1,0	0,5	0,5
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования (ИПО), выдерживает	40	40	40

Список литературы

1. Кязим-заде А.К., Нагиева Э.А., Мамедова А.Х. Полифункциональная присадка к смазочным маслам // Азербайджанское нефтяное хозяйство. -2002. - №10. – С.41-43.
2. Мамедбейли Э.Г., Джафаров И.А., Кочетков К.А., Кязимова Т.Г., Гасанов Х.И., Мамедова И.М. Аминометоксипроизводные 1-бензилтиогексана в качестве антимикробных присадок к смазочным маслам // Нефтехимия-2011.-Т.51.-№6.-С.477-480.
3. Селезнева Н.Е., Левин А.Я., Монин С.В. Детергентно-диспергирующие присадки к моторным маслам // Химия и технология топлив и масел. – 1999. - №6. – С.39-43.

СЕКЦИЯ №50. РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)

СЕКЦИЯ №51.

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)

СЕКЦИЯ №52.

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)

СЕКЦИЯ №53.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)

СЕКЦИЯ №54.

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)

СЕКЦИЯ №55.

РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)

СЕКЦИЯ №56.

БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)

СЕКЦИЯ №57.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)

СЕКЦИЯ №58.

БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)

**СЕКЦИЯ №59.
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)**

**СЕКЦИЯ №60.
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)**

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ СЦИФОИДНЫХ МЕДУЗ *AURELIA AURITA* И *RHOPILEMA ASAMUSHI* ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

¹Набережных Г.А., ²Юферова А.А.

¹ ФГБУ Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН

² ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет, г.Владивосток

В настоящее время гидробионты находят широкое применение в качестве сырья для производства биологически активных добавок, обогащенных изделий, функциональных продуктов. Органы и ткани морских беспозвоночных имеют высокий биопотенциал, в связи с чем их комплексная переработка на биопродукцию является рациональной [4].

Такие объекты, как сцифоидные медузы, имеющие высокую биологическую ценность, используются в пищу во многих азиатских и европейских странах, ежегодный мировой вылов составляет 300-320 тыс. тонн. В России они являются нетрадиционным сырьем, не используемым в пищу, имеющим высокую биомассу в морях Дальневосточного бассейна. Сцифомедузы принадлежат к олигомиарному типу животных, содержат 3-5% сухого остатка, в связи с чем имеют специфические органолептические свойства, такие, как студнеобразная консистенция высокая обводненность ткани. Белковый компонент медузы в основном представлен биологически и фармацевтически ценным коллагеном, имеющим эффективное действие при лечении артритов [6, 8]. Особенности консистенции данного сырья предполагают большие потери массы при термической обработке и, как следствие, уплотнение ткани, что указывает на необходимость специфических способов его обработки для получения продукта, приемлемого по вкусо-ароматическим и товароведческим характеристикам для отечественного потребителя.

На сегодняшний день все более популярной становится тенденция вторичного использования отходов пищевых промышленных производств и маловостребованного нетрадиционного сырья, имеющего биологическую ценность. Комбинирование белковых добавок животного происхождения с коллагеновым ферментативным гидролизатом позволяет обогатить конечные продукты пептидами и аминокислотами, сократить расход животных белков в рецептурах изделий из фарша и консервов [2]. В развитых странах обогащение пищевых продуктов является общепринятой практикой, а в некоторых из них обязательное обогащение ряда пищевых продуктов закреплено законодательными актами. Анализ динамики потребления пищевых продуктов в РФ за последнее десятилетие показал, что доля функциональных продуктов в структуре рациона питания россиян возросла, и продолжает увеличиваться, что связано с популяризацией здорового питания [5].

Известно, что соединительнотканые (нерастворимые) белки медуз представлены в основном коллагеноподобным белком эластином и некоторым количеством коллагена [3]. Протеолитические ферменты организма человека могут действовать на эластин и коллаген, вызывая его распад не более чем на 60% [1]. В связи со специфичностью ткани исследуемых беспозвоночных нами был проведен ферментативный гидролиз медуз видов *Aurelia aurita* и *Rhopilema asamushi* целью которого являлось получение приемлемого по органолептическим показателям легкоусвояемого продукта для комплексного использования ценного нетрадиционного сырья в пищевых биотехнологиях.

Гидролиз проводили следующим образом. Образец *Aurelia aurita* (400 г), замороженной при $t = -20^{\circ} \text{C}$ в морской воде, размораживали и делили на две навески по 200 г. Ферментализацию одной части проводили трипсином (50 мг, ООО "Самсон-Мед", Россия) при pH 8,5, вторую навеску обрабатывали химотрипсином (50 мг, ООО "Самсон-Мед", Россия) при pH 7,5. Образцы выдерживали при перемешивании при $t = 37^{\circ} \text{C}$ в течение 16 ч и затем при $t = 4^{\circ} \text{C}$ в течение 48 ч. Ферменты денатурировали в течение 5-20 минут при $t = 90...100^{\circ} \text{C}$. Смеси центрифугировали и супернатанты концентрировали ультрафильтрацией, используя мембрану с молекулярно-массовыми пределами задерживания 6000 Да (Миллипор, США). Концентраты дополнительно диализовали

против воды и лиофилизировали. Выход трипсинового и химотрипсинового гидролизатов составил 0,38 г и 0,33 г. соответственно.

Образец медузы *Rhopilema asamushi*, лиофильно высушенной вместе с морской солью, (50 г, растворенной в 400 мл воды), обрабатывали трипсином и химотрипсином подобным образом. Выход трипсинового и химотрипсинового гидролизатов составил 2,8 и 1,3 г., соответственно.

Контроль за прошедшим ферментологом и распределением продуктов гидролиза по молекулярным массам проводили с помощью электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (Ds-Na-ПААГ электрофорез) [7]. Пептиды, прошедшие через ультрафильтрационную мембрану, содержат большое количество солей и требуют разработки новых технологий для их выделения.

В результате ферментолога исследуемых медуз были получены полипептиды с молекулярной массой выше 6 кДа. Полученные полипептиды представляли собой порошок белого цвета, который не имел ярко выраженного вкуса и запаха. Изменения в содержании аминокислот медузы после ферментолога трипсином и химотрипсином представлены в Табл.1.

Таблица 1

Содержание аминокислот медуз *Aurelia aurita* и *Rhopilema asamushi* и их гидролизатов (% от сухого веса)

Аминокислоты	Молекулярная масса, Нм/мл	Образец №1, %	Образец №2, %	Образец №3 %	Образец №1, %	Образец №2, %	Образец №3 %
		<i>Aurelia aurita</i>			<i>Rhopilema asamushi</i>		
аспарагиновая	133,06	5,67	7,28	1,924	3,90	3,69	4,0995
треонин	119,08	5,09	6,03	2,1949	1,46	1,88	1,4171
серин	105,09	2,56	4,21	1,0221	2,36	1,74	2,1563
глутаминовая	147,08	9,26	12,06	1,5925	4,44	2,23	7,3901
оксипролин	130,2	0,58	2,37	0,8195	13,01	3,90	13,3
пролин	115,2	4,52	6,00	1,423	2,09	1,69	2,079
глицин	75,05	3,63	5,26	1,8779	2,27	1,45	2,4641
аланин	89,06	5,37	6,27	2,9021	1,36	1,24	1,6334
цитрулин	175,2	1,25	1,65	0,4351	14,78	3,74	1,61
валин	149,15	5,87	7,55	2,3748	1,75	2,13	1,7141
цистеин	121,2	0,63	2,16	10,834	0,73	0,48	0,0404
метионин	149,2	0,70	0,72	0,0147	1,12	0,13	0,8997
изолейцин	131,11	2,24	2,86	0,7705	1,93	1,66	1,6575
лейцин	181,09	4,77	5,07	1,375	2,99	2,18	2,1698
тирозин	165,09	2,34	1,48	47,716	1,64	1,50	1,1469
фенилаланин	155,09	2,59	1,70	0,5857	1,62	1,46	1,1585
триптофан	204,22	следы	следы	следы	0,6	0,043	0,049
орнитин	132,6	0,03	1,91	0,3667	2,42	4,10	1,7272
лизин	174,14	4,86	4,21	1,7837	2,65	2,58	2,5298
гистидин	182,03	0,98	1,04	0,4806	2,08	2,54	1,7618
аргинин	121,12	1,99	1,79	0,613	4,06	1,46	3,1442

– аурелия: образец №1 – замороженная медуза, образец №2 – ферментолога трипсином, образец №3 – ферментолога химотрипсином; ропилема: образец №1 – лиофильно высушенная медуза, образец №2 – ферментолога трипсином, образец №3 – ферментолога химотрипсином;

При гидролизе протеолитическими ферментами высокомолекулярных белков медуз происходит их разукрупнение и в результате белки переходят в водорастворимое состояние. По данным Ds-Na-ПААГ электрофореза действие трипсина и химотрипсина на белки медузы значительно различается. При ферментолога высокомолекулярных белков медуз под действием трипсина обнаруживаются полипептиды с достаточно низкой молекулярной массой в области 12-27 кДа. При действии химотрипсина, наряду с низкомолекулярными полипептидами, образуются значительно более крупные фрагменты. Молекулярные массы этих фрагментов составляют 85-120 кДа. О принадлежности полученных полипептидов к коллагенам свидетельствует значительное содержание пролина и оксипролина в полученных гидролизатах белков (Табл.1). Для точной идентификации полученных полипептидов требуется дополнительная работа по их фракционированию и идентификации.

Согласно данным проведенного эксперимента полученные гидролизаты после отделения солей можно использовать для улучшения химического состава изделий из фарша, которые имеют невысокую пищевую ценность, но пользуются большим спросом у населения, обусловленным их приемлемой для большинства потребителей стоимостью.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ и ДВФУ «Технологии мониторинга и рационального использования морских биологических ресурсов» №14-50-00034 по направлению №3 «Разработка инновационных лекарственных препаратов и функциональных пищевых продуктов».

Список литературы

1. Габриэльянц, М.А. Товароведение мясных и рыбных товаров / М.А. Габриэльянц, А.П. Козлов. – М. : Экономика, 1981. – 408 с.
2. Касьянов, Г.И. Ферментативный гидролиз коллагенсодержащего рыбного сырья: сборник материалов международной научно-технической Интернет-конференции «Перспективные технологии производства продукции из сырья животного и растительного происхождения» / Г.И. Касьянов, С.В. Белоусова, В.И. Дорошенко, О.В. Косенко, К.В. Баранова, О.Н. Зюзина. – 2013. – С. 257–262.
3. Кауфман, З.С. Очерк эволюции кишечнополостных / З.С. Кауфман. – Петрозаводск, 1990. – 155 с.
4. Мезенова, О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учеб. пособие для вузов / О.Я. Мезенова, Т.М. Сафронова, Н.Т. Сергеева, Т.Н. Слуцкая, Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, Г.Е. Степанцова. – СПб : Изд-во Лань, 2013. – 416 с. ; ISBN: 978-5-8114-1438-3.
5. Ребезов, М. Б. Экология и питание. Проблемы и пути решения. / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, Г.К. Альхамова, А.А. Лукин, М.Ф. Хайруллин // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 8–2. – С. 393–396.
6. Hsieh, Y-H. P. Jellyfish as food / Y-H. P. Hsieh, F.-M. Leong, J. Rudloe // Hydrobiology. – 2001. – Vol. 451. – P. 11-17.
7. Laemmli, 8U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / U.K. Laemmli // Nature. – 1970. – Vol. 227(5259). – P. 680–685.
8. Zhang, J. Characterisation of acid-soluble and pepsin-solubilised collagen from jellyfish (*Cyanea nozakii* Kishinouye) / J. Zhang, R. Duan, L. Huang, Yu. Song, J.M. Regenstein // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 150. – P. 22-26.

СЕКЦИЯ №61.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)

СЕКЦИЯ №62.

БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)

СЕКЦИЯ №63.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)

СЕКЦИЯ №64.

БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)

СЕКЦИЯ №65.

ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)

**СЕКЦИЯ №66.
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)**

**СЕКЦИЯ №67.
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)**

**СЕКЦИЯ №68.
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)**

**СЕКЦИЯ №69.
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)**

**СЕКЦИЯ №70.
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)**

**СЕКЦИЯ №71.
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)**

**ГИДРОБИОНТЫ-ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ВЫСОКОГОРИЙ
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВЫСОКОГОРНЫХ РЕГИОНОВ.**

Залихан-Будаева Л.М.

Институт географии РАН, г.Москва

Водные биоценозы являются естественной составной частью крупных природно-ландшафтных комплексов, и в главнейших чертах они обусловлены общей географической и климатической обстановкой. Факторы второго и третьего порядка ведут к дальнейшему разнообразию биоценозов, определяют их конкретные структуры. Поэтому анализ водных биоценозов должен проводиться с учетом ландшафта. В отличие от протяженных широтных физико-географических зон равнин высотные зоны достаточно узки и тесно сомкнуты по линии вертикального профиля. При таких условиях водные животные, обладая определенным резервом экологической амплитуды, могут в некотором числе пересекать все ярусы и попадать даже из высокогорных в предгорные районы. Этому к тому же способствует как сама напряженная динамика горных потоков, так и большой консерватизм водной среды в отношении абиотических условий по сравнению с наземной средой. Мощный поток, пересекая, например, четкую границу субальпийской зоны и зоны хвойных лесов, сохраняет тем не менее на определенном интервале своего движения свойства потока с прежними значениями температуры, скорости течения и условий детритного питания. Поэтому надо отметить, что сближенность и сомкнутость высотных зон (особенно характерная для южных склонов Большого Кавказа), динамика потока, физико-химическая инертность крупных рек на определенных интервалах и определенная экологическая амплитуда гидробионтов, с биотической стороны, должны приводить к известному фаунистическому смешиванию представителей различных экологических зон. Между тем, такие фаунистические списки и являются на сегодня основными первичными биологическими документами по горным водотокам - для горных стран вообще, а для Кавказа в особенности.

Вопрос о гидробиологической зональности потока решается путем выделения ряда факторов, влияющих на количественные характеристики и обуславливающих их. Количественные данные необходимы не только для решения вопроса о распространении и распределении гидробиологических компонентов по высотным зонам и ярусам, но и для формирования четких представлений о сезонных биологических изменениях в горных потоках.

Без таких данных нельзя установить годовую ротацию биоценологических структур и сформировать объёмы последовательных изменений. Для решения важного вопроса о гидробиологической зональности потоков необходимо определить факторы, которые следует иметь в виду при сравнении данных по различным рекам и разным регионам. В широком смысле они представляют собой прежде всего экологические факторы, связанные друг с другом и вытекающие в определенной мере один из другого.

Можно выделить следующие факторы, влияющие и обуславливающие количественные характеристики гидробионтов- обитателей водотоков и водоёмов высокогорья и среднегорья Центрального Кавказа, равно как и других горных систем земного шара:

Сезонный фактор (регулярное циклическое изменение всей абиотической обстановки горного потока, проявляющееся прежде всего в годовом изменении водного, температурного и солевого режимов);

Трофические условия (как проявление частного случая сезонного фактора или выделение его в отдельный фактор в связи с вероятностью различий в различных зонах и участках одной и той же реки);

Вылет имаго (опустошающее воздействие этого явления на состояние водных биоценозов с сильным развитием амфибиотических насекомых особенно заметно по ручейникам и поденкам);

Антропогенное воздействие (наиболее значимо оно выражено в локальных очагах воздействия и сезонное изменение водности и температуры может менять масштабы этого влияния).

Экологическими факторами формирования биоценозов в высокогорных водотоках считаются:

Тип потока- река, речка, ручей (комплексный фактор, включающий в себя в скрытом виде такие факторы как химизм воды, кислородный режим и температуру воды. Малые водотоки могут быстро изменять свою температуру в результате прямого солнечного нагревания, тогда как чем полноводнее горный поток, тем он более инертен к быстрому нагреванию. Кроме того, фактор «тип потока» в какой-то мере определяет и два последующих фактора. Действительно, чем большее количество воды движется по одному и тому же уклону, тем с большей силой она оказывает давление на субстрат.);

Скорость течения (этот фактор, как один из самых основных, проявляется в том, что основные адаптационные направления в эволюции гидробионтов, а точнее хемарабионтов (обитателей бурного потока), есть приспособления к удержанию себя в бурном потоке. Изменение относительной численности- это есть проявление фаунистической зональности в горном потоке, но её причиной являются изменение скорости потока.);

Характер субстрата (фактор субстрата в своём крайнем выражении проявляется в том, что некоторые виды гидробионтов могут существовать только в иле (олигохеты) или на гладких камнях (поденки Iron), или на камнях со сложным рельефом (поденки Ephemeroptera) и т.д.).

Использование в биологическом мониторинге тех или иных групп организмов, следовательно, тех или иных систем оценок водных экосистем во многом определяется гидрологическими особенностями водных объектов [Jacob, 1978]. Действительно, многим видам макробентоса нужны твердые поверхности субстрата как для прикрепления, движения, питания, так и для размножения. Этому требованию в полной мере отвечают каменистые грунты горных рек. Поэтому на этих водотоках системы оценок состояния экосистем по макрозообентосу дают хорошие результаты [Жильцова, 1958].

Таким образом, при анализе экологической ситуации на горных водотоках следует учитывать их биологическое подразделение на три типа, а также, необходимо учитывать ведущие экологические факторы в крупных гидрообъектах с тем, чтобы дифференцировать антропогенное воздействие от факторов другого рода, прежде всего климатических.

Итак, на видовой состав и количественные изменения гидробионтов в водотоках высокогорных районов влияет целый ряд факторов, из которых наибольшее значение имеют:

- характер субстрата;
- скорость течения;
- характер русла (уклон русла);
- прозрачность (мутность);
- химизм воды;
- температура воды;
- мощность водотока (мелкий ручей, полноводный ручей, река);
- ландшафтная приуроченность водного объекта;
- антропогенная нагрузка на объект.

В зависимости от ландшафтного расположения, мощности потока, характера русла, подстилающих пород и типа питания водотоков состав и структура гидробионтов в них имеет свои индивидуальные особенности.

Эту зависимость можно констатировать и применительно к водотокам высокогорья Центрального Кавказа, по которым в частности и проводились обширные гидробиологические съёмки. Надо отметить, что существует определенная трудность в выявлении видов-индикаторов загрязнения водных объектов высокогорья из-за слабой изученности региона в гидробиологическом отношении, наличия видов, узко специализированных и с резко ограниченным ареалом распространения, и видов-эндемиков, многие из которых не изучены и даже не описаны энтомологами-систематиками. Гидробиологический материал часто не поддается определению до рода, а не только до вида (особенно некоторые группы симулид в младших личиночных возрастах), в то время как к видам-индикаторам предъявляется целый ряд жестких требований, как то:

- легко устанавливаемая таксономическая принадлежность;
- виды и их сообщества должны обладать широкими ареалами распространения, так как узкие ареалы не дают информации о характере среды обитания гидробионтов за пределами ареала;
- объекты исследования должны быть легко доступны для сбора в полевых условиях без применения сложной аппаратуры;
- должны существовать достаточно подробные сведения об экологии индикатора.

Наиболее яркими индикаторными свойствами обладают гидробионты и их ценозы, имеющие узкий ареал (но, как указывалось выше, их значение актуально применительно к небольшой ограниченной территории). Индикаторные виды должны обладать низкой вариабельностью как генетически, так и в составе сообществ. При индикации антропогенного загрязнения водоёмов и водотоков биоиндикаторные виды должны обладать способностью активно аккумулировать поллютанты. Желательно, чтобы виды-индикаторы относились к важным биологическим ресурсам или, наоборот, относились к видам, представляющим экологическую угрозу.

В биологическом мониторинге горных водотоков видное место принадлежит изучению биоценозов перифитона, исследованию которого уделяется значительное внимание. Реки Кавказа в своих верхних течениях отличаются малым видовым разнообразием основных жизненных форм и для целей биологического мониторинга особенно важно, что в состав перифитона входят представители всех трех основных экологических групп:

- автотрофные организмы- продуценты (водоросли);
- гетеротрофные организмы- консументы (простейшие, коловратки, черви и др.);
- организмы- редуценты (нитчатые, палочковидные, зооглейные, кокковидные и т.д.).

Обладая определенной структурой, функциональными связями, большой автономностью и в то же время занимая четко ограниченную, часто очень небольшую площадь, микроценоз перифитона находится в тесной зависимости от внешних факторов, включая и антропогенные, которые оказывают легко контролируемые воздействия на его структуру и функциональные связи [Дэвис, 1991].

Оценка состояния речных экосистем должна включать в себя продукционно-энергетические характеристики, отражающие процессы утилизации энергии и вещества биоценозами. Только совместное применение продукционно-энергетических и популяционных методов позволяет получать адекватную оценку состояния экосистем и, как показали результаты исследований, контролировать переход экологической системы под воздействием антропогенных факторов из одного качественного состояния в другое [Будаева, 1991].

В зависимости от ландшафтного расположения, мощности и характера питания водных объектов состав и структура перифитона в них имеет индивидуальные особенности. Мощные горные потоки с мутной и пенящейся водой, особенно в период интенсивного таяния высотных снегов и ледников и прохождения дождей, крайне неблагоприятны для развития в них перифитонных сообществ. Лишь в прозрачных ручьях с более или менее стабильным гидрологическим режимом начинается заметное развитие биоценозов перифитона, которые очевидно являются основным источником генофонда водорослей в горных потоках обследованного региона.

Видовой состав перифитона в озере Донгуз-Орун-Кель и его притоках (верховья реки Баксан, Приэльбрусье, Центральный Кавказ).

Продуценты

Cyanophyta.

Chamaesiphon polonicus (Rostaf.) Hansg.

Phormidium sp.

Bacillariophyta.

Tetracyclus rupestris (A. Br.) Grun.

Meridion circulare Ag.

M.circulare var. *constrictum*

Diatoma anceps (Ehr.) Kirch.

D.hiemale (Lyngb.) Heib.

D.hiemale var. *mesodon* (Ehr.) Grun.
Fragilaria brevistriata Grun.
Fr.construens var. *venter* (Ehr.) Grun.
Fr.vertostauron (Ehr.) hust.
Fr.pinnata Ehr.
Fragilaria sp.
Ceratoneis arcus (Ehr.) Kutz
Synedra amphicephala Kutz.
S.amphycephala var. *austriaca* Grun.
S. Vaucheriae var. *capitellata* Grun.
Eunotia praerupta
Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehr.) Cl.
Eucocconeis flexella Kutz.
E.lapponica Hust.
Achnanthes affinis Grun.
A.lanceolata (Breb.) Grun
A.lanceolata f. *venticosa* Hust.
A.linearis (W.Sm.) Grun.
A.minutissima Kutz.
A.minutissima var. *cryptocephala* Grun.
Diploneis parma Cl.
Frustulia vulgaris Thw.
St.phoenecenteron Ehr.
Navicula cryptocephala var. *intermedia* Grun.
N.cryptocephala var. *veneta* (Kutz.) Grun.
Pinnularia molaris Grun.
P.viridis (Nitzsch.) Ehr.
Amphora ovalis Kutz.
A.ovalis var. *pediculus* Kutz.
Cymbella aequalis W.Sm.
C.angustata (W.Sm.) Cl.
C.delicatula Kutz.
C.hebridica (Greg.) Grun.
C.microcephala Grun.
C.parva (W.Sm.) Cl.
C.sinuata Greg.
C.ventricosa Kutz.
Gomphonema angustatum (Kutz.) Rabenh.
G.angustatum var. *productum* Grun.
G.indicatum var. *pumilum* Grun.
Epithemia zebra (Ehr.) Kutz.
Nitzschia denticula Grun.
N.fonticola Grun.
N.Heidenii var. *pamirensis* Boye P.
N.linearis W.Sm.
N.romana Grun.
N.sinuata var. *tabellaria* Grun.
 Консументы
 Protozoa.
Centropyxis platistoma (Prnard) Defl.
Centropyxis sp.
Lesquereusia spiralis (Ehr.) Butsc.

Таким образом, можно констатировать, что перифитон водоёмов и водотоков верховий Баксанского ущелья выражен в основе своей организмами-продуцентами, представленными различными водорослями в соотношении:

- Диатомовых 123 таксона- 77,8 %
- Сине-зеленых 12 таксонов- 7,6 %
- Зеленых 10 таксонов- 6,3 %
- Золотистых- 1 таксон- 0,6 %
- Желто-зеленых 2 таксона- 1,3 %
- Красных 2 таксона- 1,3%.

Из 8 видов организмов, относящихся к группе консументов, наиболее часто, но в небольшом количестве в выжимках из водяного мха обнаруживались представители некоторых родов раковинных амёб: *Centropyxis*, *Diffugia* и *Lesquereusia*. Сине-зеленые водоросли, представленные видом *Chamaesiphon polonicus*, образующим на поверхности камней сплошные темные налеты с отдельными вкраплениями культуры диатомовых водорослей. Диатомовые водоросли представлены в основном следующими видами:

Diatoma hiemale,
D. hiemale var. *mesodon*,
Meridion circulare,
M. circulare var. *constrictum*,
Eucocconeis flexella,
Cymbella hebridica,
C. delicatula,
C. delicatula var. *sibirica*,
C. aequalis,
Gomphonema angustatum,
G. intricatum var. *pulillum*,
Nitzschia fonticola,
Ceratoneis arcus,
Synedra amphicephala,
S. vaucheriae var. *capitellata*,
Fragilaria sp.,
Achnanthes sp.,

которые в альпийских олиготрофных ручьях в окрестностях озера Донгуз-Орун-Кель являются доминантным и субдоминантным комплексом организмов перифитона и представляют в основе своей криофильные северо-альпийские и горные виды водорослей, которые считаются индикаторами ксено-, ксено-олиго- и олиготрофных условий в среде обитания.

Надо отметить, что сообщества перифитона гидросети верховий реки Баксан, о которых указывалось выше, представлены как эндемичными видами, так и видами, свойственными и другим горным регионам. И те и другие могут служить индикаторами состояния фоновых чистых и слабо-загрязненных поверхностных водных объектов высокогорья Центрального Кавказа.

Помимо перифитона большое значение в мониторинге поверхностных вод высокогорий имеет макрозообентос. Типичными для рек Баксан и Чегем являются следующие систематические группы зообентоса: поденки (*Ephemeroptera*), ручейники (*Trichoptera*), веснянки (*Plecoptera*), хирономиды (*Chironomida*), мошки (*Simuliidae*) и блефароцериды (*Blepharoceridae*). Видовой и надвидовой состав этих групп для Центрального Кавказа должен быть темой специального обсуждения. В данной публикации следует лишь указать на относительно слабую изученность высокогорной фауны этих таксономических рангов и высокий процент видового эндемизма горной фауны, особенно, например, у поденок - самой характерной группы такой фауны. Определяющим фактором в структуре биоценозов литореофильной фауны на уровне выше указанных систематических групп является количественное соотношение этих групп. И, в связи с этим, ниже необходимо остановиться на значении количественных исследований для горных водотоков более подробно, т.к. количественные данные необходимы не только для решения вопроса о распространении и распределении гидробиологических компонентов по высотным зонам и ярусам, но и для формирования четких представлений о сезонных биологических изменениях в горных потоках. Без таких данных невозможно установить годовую ротацию биоценологических структур, представить объемы последовательных изменений.

Без накопления количественных данных невозможно развивать математические модели, обобщающие частности и нацеленные на биологические прогнозы, поскольку для развития таких схем с выходом на задачи прогнозирования совершенно отсутствует эмпирическая база, в то время, как общеизвестно, что прогнозирование состояния экосистем является одной из наиболее сложных задач прикладной экологии и для решения задач такого рода требуются тщательные исследования динамики различных факторов, в первую очередь

антропогенных, определение их вклада в экологическое состояние системы, получение данных по прогнозу динамики наиболее существенных факторов и на этой основе прогнозирование поведения системы в целом [Гелетин, 1991].

Общим результатом отсутствия или недостатка количественных данных по горным водотокам будет недостаточная объективность и полнота данных при оценке антропогенных воздействий на экологическое состояние высокогорных гидрообъектов. В этом случае говорить об антропогенном воздействии на экосистемы можно лишь в качественном плане, тогда как определение масштабов этого воздействия возможно только при наличии статистического «количественного» фона биологических изменений в горных потоках.

Фауна горных водотоков и водоёмов верховий Баксанского ущелья.

В районе береговой линии озера Донгуз-Орун-Кёль на камнях можно обнаружить единичных ручейников и жуков. На нижней и боковой поверхностях камней обитают: *Thamaster dipterus*, *Nemotaulius admoestrus*, *Apatania zonella*, в верхней толще воды над каменистым дном единичные экземпляры водяных жуков *Hydrockus sp.* У уреза воды в местах с наибольшим скоплением детрита нередки олигохеты *Lumbriculus variegatus*, *Enchytraeidea (Mesenchytraeus sp., Henlea sp.)*, численность которых достигает 11-30 экз/м².

На каменистых грунтах реки Донгуз-Орун-Су обитают преимущественно поденки- *Nigrobaetis niger* и *Leuctra nigra*; симулииды и личинки других двукрылых представлены: *Helobia sp.*, *Dicronata bimaculata*, *Orthoclaadiinae* и др. Встречаются также единичные экземпляры ручейников: *Rhyacophila bacuriana*, *Rhyacophila sp.*, *Glossosoma sp.* В озере Донгуз-Орун-Кёль они достигают численности до 20-23 экз/м² дна, что считается для личинок ручейников невысокой численностью в местах скопления.

Самая низкая общая численность зообентоса отмечена для верховий р.Адыл-Су (температура воды 2°C). Вниз по основному руслу реки Баксан общее обилие остаётся довольно-таки одинаковым, а ниже города Тырнауз общая численность резко возрастает за счет появившейся в водотоке в большом количестве представителей группы *Oligochaeta*. В целом, общая численность зообентоса в верхнем течении реки Баксан, до города Тырнауз, остаётся относительно низкой и выражается в сотнях экз/м². Это явление можно объяснить прежде всего ограниченностью пищевых ресурсов. Основным пищевым ресурсом для насекомых является детрит, поступающий в реку с берегов, и детрит, образующийся в самой реке при последовательном разрушении остатков наземной растительности. Как указывалось выше, детрит в реке практически не представлен и не может служить основным источником питания.

Можно отметить, например, тенденции изменения численности вниз по течению реки и для отдельных групп насекомых. Группа *Plecoptera* относительно многочисленна только в верховьях реки Баксан, её численность резко снижается на среднем участке до полного исчезновения представителей этой группы ниже города Тырнауз. Группа *Plecoptera* является, как известно, предельным показателем чистоты вод. Численность группы *Ephemeroptera* не снижается вниз по течению реки Баксан до города Тырнауз, но ниже по течению реки она резко падает.

Если не учитывать редкие и спорадически появляющиеся виды, то каждая группа беспозвоночных характеризуется довольно ограниченным числом видов.

Веснянки представлены *Protonemura sp.* Среди имаго веснянок также преобладают виды этого рода, и как показали исследования за длительные сроки [Жильцова, 1958], [Гелетин, 1993], [Залихан-Будаева, 2013], это весьма характерно для Кавказа.

Среди поденок основным видом по численности являются *Baetis baksan*, за ним следуют *Iron sp.* и *Rhithrogena sp.* Эти три вида составляют довольно сходную общую численность.

В отличие от поденок численность ручейников быстро увеличивается вниз по течению при приближении к селу Верхний Баксан, где в массе появляются *Glossosoma capitatum*; здесь же отмечен вид *Rhyacophyla nubila*. И, наконец, ниже города Тырнауз в относительно большом числе найден *Hydropsyche angustipennis*.

Наиболее разнообразны *Chironomidae* и *Orthoclaadiinae*. Среди 12 массовых видов и форм основную долю составляют виды родов *Diamesa* и *Orthocladius*. Самыми массовыми формами являются формы *Diamesa* из группы *Prolongata*. Можно различать три такие формы, одинаковые по субментуму, но различные по нескольким другим признакам. Эти формы встречаются на разных участках реки, включая появление одной из форм ниже города Тырнауз (станция отбора гидробиологических проб №5).

Несколько видов *Chironomidae* не соответствуют полностью известным нам видовым диагнозам и могут представлять собой новые виды. Подобные таксономические проблемы имеются и в отношении некоторых других систематических групп.

Среди других *Diptera* на среднем участке реки многочисленным является высокоспециализированный представитель семейства *Blepharoceridae*- *Liponeura caucasus*, ему уступает по численности *Eusimulium sp.*, более характерный для верхнего участка реки. *Oligochaeta* на нижнем участке реки представлены двумя видами рода

Nais: *N. elinguis* и *N. bretscheri*, из которых первый вид превосходит по численности второй вид примерно в пять раз.

Река Чегем. Река Чегем характеризуется большой скоростью течения, дно каменистое, у берегов- камни и галечник. Основу зообентоса реки Чегем составляют ручейники, олигохеты *Lumbriculus variegates*, *Slylodrilus sp.*, *Enchytraeidae*, единичны хирономиды *Cladotarnytarsus sp.*, *Trissocladius corosiensis*.

У Чегемских водопадов- грунты каменистые, зообентос представлен гаммаридами, ручейниками (*Cyrrnus flavidus*, *Polycentropus sp.*, турбеллариями, поденками *Heptagenia sulphurea*, *Clorotereses hietei*, веснянками *Leuctra nigra*, олигохетами *Dendrobaena octaedra*, жуками *Mytilus roenig* и др.

В обрастаниях камней в реке Чегем в районе Чегемских Водопадов также обнаружены хирономиды *Cricotopus fuscus*, *Psectrocladius (Allopsectrocladius)*, *Trissocladius corosiensis* и др.

Для фауны *Ephemeroptera* и *Plecoptera* в верхнем течении рек Чегем и Баксан ведущими экологическими факторами для оценки экологической ситуации и для наблюдений и классификации обитателей горных водотоков являются мощность потока, скорость течения и характер субстрата.

Поденки (*Ephemeroptera*) являются центральным фаунистическим и биоценотическим компонентом зообентоса высокогорных потоков. Они сочетают высокую приспособленность к условиям обитания и крупные размеры с высокой частотой встречаемости и массовым развитием, обитая даже в самых экстремальных условиях горных потоков, например, на каскадных водопадах ледникового происхождения.

Высокогорные поденки относятся к двум семействам- *Heptageniidae* и *Baetidae*, причем в зооморфологическом отношении поденки этих двух видов значительно несхожи. Из шести высокогорных родов поденок практическое значение для определения с целью проведения исследований по биомониторинговым задачам имеют только представители четырех из них: *Iron*, *Rhitrogena*, *Ecdyonurus* и *Baetis*.

В экологическом отношении исследованные поденки являются типичными обитателями бурных потоков и активно избегают мелких притоков с невысокой скоростью течения. Особенно их наличие характерно для центральных течений исследованных рек, где они развиваются массами независимо от температуры окружающей среды.

По высотно-зональной характеристике можно выделить два вида, связанные с истоками обеих рек и приледниковой зоной, это- *Iron sinitshencovae* и *Baetis gemellus*. Остальные виды или связаны по зоне обитания со среднегорьем, или обитают рассеянно по всему диапазону высот.

Все идентифицированные виды у *Heptageniidae*- это эндемики Большого Кавказа. Из семи идентифицированных видов *Baetidae* только два вида являются эндемиками. При этом самый массовый вид семейства *Baetidae* *Baetis bacsan* является узким эндемиком Большого Кавказа.

Фауна веснянок Кавказа считается хорошо изученной [Мартынов, 1928], [Жильцова, 1956, 1957, 1958, 1964], [Balinsky, 1950], [Braach, 1978]. Но исследования проводились в основном по имаго, а не по личиночным стадиям. Что же касается водных, личиночных, стадий развития, то они изучены совершенно недостаточно. Слабая изученность преимагинальных (личиночных) фаз *Plecoptera* вообще характерна для любых горных стран.

В целом нами установлено 23 вида веснянок (*Plecoptera*), относящихся к 9 родам и 6 семействам. В реках Чегем и Баксан в верхнем течении в видовом составе резко доминирует сем. *Nemouridae*, особенно род *Protonemura*, насчитывая 9 видов, что составляет особенность кавказской фауны веснянок. Причем, надо отметить, что в реке Баксан *Protonemura alticola* Zhiltz. отмечена в массовом количестве. Что же касается верховий реки Чегем, то самым массовым видом *Plecoptera* в реке Чегем является *Izoperla caucasica* Balin. Несмотря на то, что среднегорье является зоной наибольшего разнообразия веснянок, некоторые виды поднимаются на большие высоты, вплоть до ледниковых ручьев в притоках рек Чегем и Баксан, где отмечены лишь три вида *Nemouridae*. В зоогеографическом отношении веснянки Кавказа характеризуются высоким уровнем эндемизма- 78 % идентифицированных видов- это эндемики (что характерно в общем для всех исследованных нами водотоков Центрального Кавказа).

В целом, по реке Чегем идентифицированы представители родов: *Nemoura*, *Protonemura*, *Izoperla* и *Carpnia*. В реке Баксан: *Protonemura* и *Izoperla* (см. Табл.1).

Таблица 1

река Чегем		Река Баксан	
Ephemeroptera Подёнки	Plecoptera Веснянки	Ephemeroptera Подёнки	Plecoptera Веснянки

Ecdyonurus squamatus Braasch, 1976 (гр. Laterales)	Protonemura	Rhithrogena teberdensis	Protonemura sp.
Baetis rhodani (гр. Rhodani)	Izoperla caucasica Balin.	Ecdionurus squamatus	Protonemura alticola Zhiltz.
Baetis braaschi	Nemoura sp.	Baetis bacsan	Izoperla sp.
Baetis bacsan	Capina sp.	Baetis sp. (гр. Rhodani)	
Rhithrogena sp.	Leuctra nigra,	Epeorus (Iron sp.)	
Epeorus (Iron causicus) Tchernova, 1938.		Nigrobaetis niger	
Heptagenia sulphurea		Leuctra nigra	
Cloroterpes hietei			

В экологическом аспекте веснянки (Plecoptera) имеют более широкую экологическую амплитуду по отношению к потокам разной мощности и скорости, чем поденки (Ephemeroptera). Они обитают как в горных ручьях со спокойным течением, так и в бурных горных потоках центрального течения крупных водотоков.

Таким образом, мы рассмотрели последовательно две важнейшие группы зообентоса- поденок (Ephemeroptera) и веснянок (Plecoptera), представляющих фауну гидробионтов, обитающих в реках Чегем и Баксан, инвентаризация населения которых является одной из главных проблем в разработке научных основ биомониторинга пресноводных экосистем данного региона и применительно к высокогорным экосистемам всех регионов земного шара.

Еще раз подчеркнем, что фауна горных потоков в своём типичном составе очень специфична и представлена в основном преимагинальными водными стадиями некоторых групп насекомых. Таким образом, эта фауна имеет личиночный ювенильный характер и в этом состоит одна из главных трудностей её таксономической оценки.

В сравнительном плане отметим, что река Чегем отличается от реки Баксан обильным развитием мошек, численность которых может до пяти раз превышать численность всего остального населения водотока. Но, скорее всего, такое различие обусловлено фенологическими причинами, т.е. разницей в фазовом состоянии биоценозов. Можно предположить, что ко времени проведения исследований на реке Баксан, вылет весенней генерации мошек на этой реке уже произошел, тогда как на Чегеме она все еще продолжала некоторое время развиваться. Доказательством верности такого предположения может служить обилие мошек, которое было установлено на реке Баксан (особенно в её верхнем течении) ранней весной в рекогносцировочных исследованиях предыдущих лет и подтверждено последующими данными. В этот период отмечается не только большое обилие мошек, но и явное преобладание их численности над всеми другими группами гидробионтов.

Из других групп литореофильной фауны наиболее устойчиво преобладают в количественном отношении поденки и хирономиды. Показательной характеристикой является соотношение обилия поденок и ручейников. На реке Чегем это соотношение явно выражено в пользу поденок, тогда как на реке Баксан преобладание поденок над ручейниками не так четко выражено (а на некоторых участках реки Баксан в апреле ручейники явно преобладают по численности по сравнению с поденками).

Если игнорировать данные по мошкам и хирономидам, то фауна реки Баксан более богата ручейниками и веснянками по сравнению с рекой Чегем, но более обеднена поденками и блефароцеридами. Количественное развитие литореофильной фауны является достаточно сложным процессом, который обусловлен целым рядом комплексных факторов. И если таксономические исследования горных водотоков, при всей их незавершенности, уже дали определенные результаты на высокогорном Кавказе, то количественные исследования пока еще только предстоит наработать в комплекс к начальным этапам исследовательских работ, осуществленных нами ранее (Абакумов, Гелетин, Баттерби, Дэвис, Иохансон, Горидченко, Русев, Ковачев, Кумански, Янева, Чхиквадзе, Кучава, Будаева).

Должны быть накоплены большие периодические данные для выявления сезонных и многолетних колебаний средних значений, которые позволят определить индивидуальные особенности каждого конкретного водного объекта. Только устойчивый количественный «фон» (полученный на базе долголетних наблюдений) позволяет количественно выразить отрицательное антропогенное воздействие на водную биоту. Поэтому полученные в настоящем исследовании количественные результаты являются лишь первыми систематическими данными по этому вопросу, которые еще предстоит накопить и обобщить в дальнейшем. В этом смысле полученные нами количественные данные представляют собой лишь фрагменты общей картины, которая не может быть раскрыта в результате коротких по срокам проведения полевых исследований.

Как известно, все физико-географические показатели горных районов обусловлены высотной зональностью. Биологически это выражается наиболее наглядно в высотной поясности наземной растительности, когда от подножья гор до их вершин происходит смена растительного покрова, например, от субтропических растений до высокогорной тундровой растительности, как в Западном Закавказье. Эту зональность гораздо труднее установить на гидробиологическом материале и главная трудность заключается в самих объективных особенностях физико-географической характеристик горных регионов. В отличие от протяженных широтных физико-географических зон равнин (аналогичных высотной поясности горных регионов) зоны в горах достаточно узки и тесно сомкнуты по линии вертикального профиля. При таких условиях гидробионты, обладая определенным резервом экологической амплитуды, могут в некотором числе пересекать все ярусы и попадать даже из высокогорий в предгорные районы. Этому способствуют как сама динамика горных потоков, так и большой консерватизм водной среды в отношении абиотических условий по сравнению с наземной средой. Мощный горный поток, пересекая, например, четкую границу субальпийской зоны и зоны хвойного леса (предполагается локальная четкость такой границы), остается тем не менее на определенном интервале своего движения потоком с прежними значениями температуры, скорости течения и условий детритного питания. Это замечание указывает прежде всего на консерватизм водной среды и, также, указывает на отсутствие строгого соответствия гидробиологической зональности с зональностью наземных экосистем (хотя в самом общем виде гидробиологическая зональность логически должна быть подчинена общей физико-географической ярусности).

Итак, сближенность и сомкнутость высотных зон, динамика потока, физико-химическая инертность крупных рек на определенных интервалах и определенная экологическая амплитуда водных животных, с биотической стороны, должны приводить к известному фаунистическому смешиванию представителей различных экологических зон. В связи с этим, судить о распределении и распространении животных в горных потоках по фаунистическим спискам довольно трудно. Такие списки неизбежно «размазывают» характерные для животных зоны по всему высотному диапазону крупного горного потока (поскольку в такие списки попадают и животные, выходящие иногда далеко за пределы своего характерного высокогорного ареала). Между тем, такие фаунистические списки и являются на сегодня основными первичными биологическими документами для горных стран вообще и для Кавказа в особенности.

Список литературы

1. Баттерби Р.В., Будаева Л.М., Гелетин Ю.В. Особенности горных потоков Центрального Кавказа как объектов биомониторинга. В кн.: Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Тр. Межд. симп. - Л.: Гидрометеиздат, 1991, с. 86-96.
2. Будаева Л.М. Биологический мониторинг рек Большого Кавказа. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1991, т.13, с. 54-60.

3. Гелетин Ю.В., Будаева Л.М. Структурные особенности литореофильных биоценозов высокогорных потоков Центрального Кавказа и их мониторинг. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1993, том 15, с. 96-107.
4. Гелетин Ю.В., Замолотчиков Д.Г., Левич А.П., Вольнов А.М., Коренева И.Б., Ядкова В.В. Оценка и прогноз состояния водных экосистем методом экологических модификаций. - В кн.: Экологические модификации и критерии экологического нормирования. Тр. Межд. симп. - Л.: Гидрометеиздат, 1991, с. 318-329.
5. Горидченко Т.П., Бродельщикова О.М., Будаева Л.М. Экспериментальные исследования биоценозов перифитона в условиях фонового загрязнения. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1988, том 11, с. 84-90.
6. Дэвис И. Дж., Попченко В.И., Будаева Л.М. Зообентос высокогорных водоёмов Центрального Кавказа. В кн.: Экологические модификации и критерии экологического нормирования. - Л.: Гидрометеиздат, 1991, с. 97-100.
7. Жильцова Л.А. Новые виды *Nemuridae* (Plecoptera) Триалетского хребта. - Энтотол. обозр., 1957, т. 36, №3, с. 659-670.
8. Жильцова Л. А. Ревизия некоторых старых и описание новых видов рода *Protonemura* (Plecoptera). - Энтотол. обозр., 1958, т. 37, № 3, с. 691-704.
9. Залихан-Будаева Л.М. Фауна поденок (Ephemeroptera) и веснянок (Plecoptera) в верхнем течении рек Чегем и Баксан (Центральный Кавказ). В журн.: Материалы IX Международной научно-практической конференции, том 38. - София: Изд-во «БилГРАД-БГ» ООД, 17-25 ноябрь, 2013, с. 42-46.
10. Казлаускас Р. С. Новые и малоизвестные поденки сем. *Baetidae* (Ephemeroptera) фауны России. Рос. Энтотол. обозр., 1963 - 42; № 3, с. 582-592.
11. Карнаухов А. С. К вопросу исследования минеральных источников Кабардинской Р. Уч. записки КГПИ, Нальчик, Каб. гос. изд., 1949, с. 155 - 183.
12. Мартынов А. В. К познанию веснянок (Plecoptera) Кавказа 1. *Nemuridae* и *Leuctridae* Центрального Кавказа. Раб. Сев - Кав гидробиологической станции - II 2-3 1988, с.18-42.
13. Мартынов А. В. Экологические предпосылки для зоогеографии пресноводных бентонических животных, Рус. зоол. журнал, 1929, т. 9, с. 3-35.
14. Назаров А.Г. Геохимия высокогорных ландшафтов, - М.: Наука, 1974 - 198 с.
15. Новикова Е.А., Клюге Н.Ю. Систематика рода *Baetis* (Ephemeroptera, Baetidae) с описанием нового вида из Ср. Азии. - В журн.: Вестник зоологии, № 4. - Киев: Изд-во "Наукова думка", 1987, с. 8 - 20.
16. Balinsky Bi. On the Plecoptera of the Caucasus. - Trans. R. Entomol. Soc. London, 1950, 101, 2, p. 56 - 87.
17. Braash D. Baetidae (Ephemeroptera) in Mittelasien. - 1 Entomol. Nachr., 1978 - 22 № 2, s. 17 - 23.
18. Jacob U. and Zimmermann W. Eine neue *Baetis* - Art der rhodani- Gruppe vom Kaukasus- *Baetis ilex* n. sp. (Ephemeroptera, Baetidae). Entomol. Nachr., 1978 - 22, № 6, Dresden, s. 81 - 88.
19. Soldan T. *Baetis Bacsan* sp. n., a new species of mayfly (Ephemeroptera, Baetidae) from Central Caucasus. - Acta ent. bohemoslov, 74, 1977, p. 229 - 231.
20. Zimmermann W. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Baetis* Leach, 1815, (Insecta, Ephemeroptera) im Kaukasus und im Transkaukasien (Ud SSR). - Entomol. Nachr., 1981 - 25, № 7 / 8, 97 - 112.

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ТЕСТ-ФУНКЦИЙ НИЗШИХ И ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СУРЬМЫ

Олькова А.С., Будина Д.В., Фокина А.И., Даровских Л.В.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный гуманитарный университет», г. Киров

Введение.

В современных условиях природная среда подвержена техногенному загрязнению. Многие вещества, попадающие в окружающую среду, обладают неизвестными свойствами, в том числе токсикологическими. Кроме того, известно, что продукты распада и взаимодействия отдельных химических веществ могут оказаться токсичнее исходных соединений (Филенко О. Ф., Дмитриева, 1999; Олькова, 2014).

В настоящее время актуальной является проблема загрязнения природных сред тяжелыми металлами (ТМ). Хорошо изучены свойства и токсические эффекты, вызываемые свинцом, медью, кадмием, цинком. Однако некоторые ТМ в силу их меньшей распространенности недостаточно изучены. Например, зона влияния химических предприятий г. Кирово-Чепецка характеризуется комплексным техногенным загрязнением. В число загрязняющих веществ входят марганец, бром, таллий, стронций, сурьма. Изучение их воздействий, а также поиск информативных индикаторов диагностики воздействия данных соединений, является актуальной научно-практической задачей.

Целью данной работы стало исследование влияния хлорида сурьмы на высшие и низшие растения, а также оценка информативности их тест-функций.

Материалы и методы. Сурьма – тяжелый металл II класса опасности, имеет ПДК 0,005 мг/л (ГН 2.1.5.1315–03, 2003). Следует отметить, что сурьма, может образовывать летучие соединения, и, таким образом, возможен воздушный перенос её на большие расстояния от промышленных районов (Перельман, 1989).

Предметом исследований стали высшие и низшие растения в качестве тест-организмов. Изучали воздействие водных растворов хлорида сурьмы на культуру одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer, семена овса и кресс-салата.

В серии опытов растения выращивали на водном растворе (приготовление на дистиллированной воде). Изучали влияние концентраций иона сурьмы (V), кратных 100, 250, 500, 750 и 1000 ПДК, на всхожесть семян и показатели роста в течение семи дней. Опыт проводили в лабораторных условиях в трехкратной повторности, контроль – дистиллированная вода.

По истечении срока экспозиции измеряли (и сравнивали) длину корней проростков в контрольных и опытных пробах, причем объектом измерения у каждого семени является корень максимальной длины (ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013, 2013).

Ch. vulgaris культивировалась на тех же самых растворах в течении 22 часов. По истечении времени определялась оптическая плотность одноклеточной водоросли с помощью прибора «ИПС-03» (ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, 2007).

Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов.

Результаты и их обсуждение. В эксперименте по установлению действия хлорида сурьмы на семена овса выявлено, что концентрации менее 100 ПДК не оказывали влияния на развитие семян. При тестировании диапазона концентраций от 100 до 1000 ПДК отмечалось незначительное угнетение таких тест – функций как длина корня и проростка.

При оценке биомассы корней и проростков овса выявлено, что раствор, содержащий 100 ПДК вещества, оказывал достоверно стимулирующее действие (Рисунок 1)

В других вариантах эксперимента выявлено недостоверное отличие массы корней и массы проростков в чистой среде от опытных вариантов (Рисунок 1).

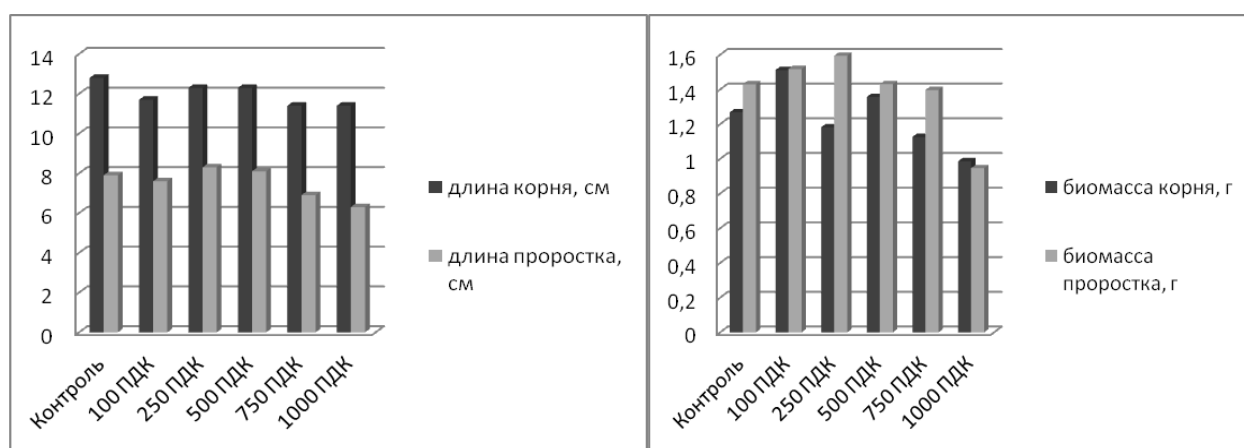


Рис.1. Оценка фитотоксичности водных растворов хлорида сурьмы для семян овса по длине и биомассе корней и проростков

В следующей серии опытов с использованием кресс-салата установлено, что концентрации 100 ПДК оказывали стимулирующее действие, как на длину корней, так и длину проростков семян кресс-салата, а при воздействии концентраций от 250 до 1000 ПДК отмечалось постепенное угнетение данных тест функций (рис. 2).

При оценке биомассы корней и проростков, выявлено, что диапазон концентрации от 500 до 1000 ПДК оказывали достоверное угнетающее действие по сравнению с контролем.

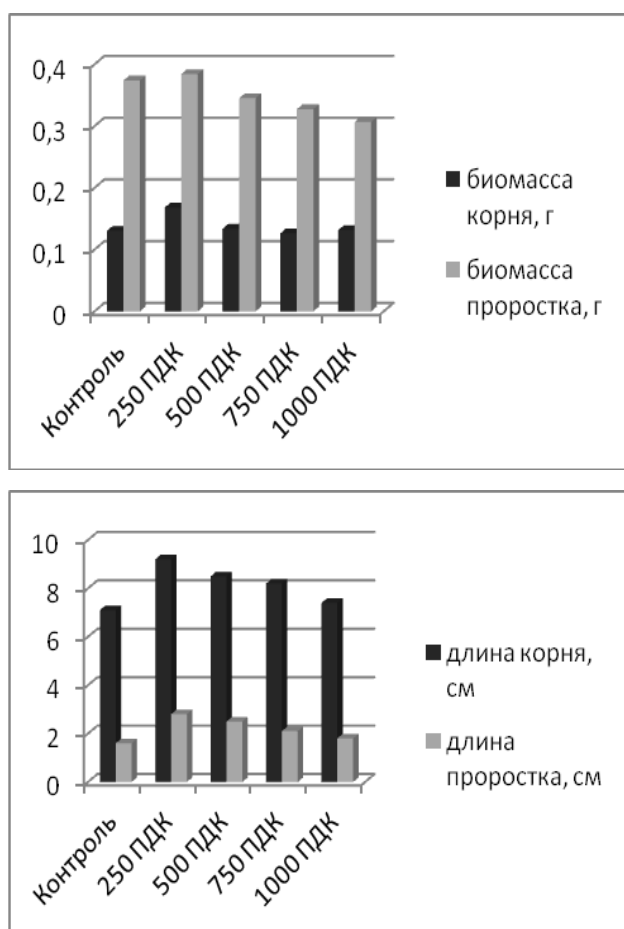


Рис.2. Оценка фитотоксичности водного раствора хлорида сурьмы на семена кресс-салата по длине и биомассе корней и проростков

В третьей серии эксперимента по определению токсического действия хлорида сурьмы на одноклеточную водоросль *Ch. vulgaris* устанавливали степень угнетения прироста биомассы по сравнению с контрольными показателями (Табл.1).

Таблица 1

Результаты определения токсичности растворов хлорида сурьмы по изменению оптической плотности тест-культуры водоросли *Chlorella vulgaris*

Вариант опыта	Угнетение прироста биомассы водоросли по сравнению с контролем, %	Величина разбавления при которой превышен критерий токсичности, %	Заключение о токсичности
50 ПДК	-10,27*	-	нетоксичная
100 ПДК	2,01	-	нетоксичная
250 ПДК	72,20	33	среднетоксичная
500 ПДК	53,78	33	среднетоксичная
1000 ПДК	95,62	33	среднетоксичная

Примечание: * - стимуляция тест-функции.

Раствор хлорида сурьмы, содержащий 50 ПДК иона сурьмы оказывал незначительное стимулирующее действие на хлореллу. В соответствии с используемой методикой критерий токсичности не был превышен (стимуляция меньше 30%), поэтому проба относится к нетоксичным. На уровне 100 ПДК наблюдаем инверсию ответной реакции хлореллы: переход от стимуляции к угнетению. Дальнейшее увеличение концентрации действующего вещества значительно угнетало развитие одноклеточной водоросли.

Заключение.

По полученным данным можно сделать следующие выводы:

1. Растительные организмы, как высшие, так и низшие, проявили низкую чувствительность к воздействию сурьмы. Действующие концентрации для растительных организмов располагаются выше 100 ПДК.
2. Низшие растения оказались чувствительнее к загрязнению вод хлоридом сурьмы, чем высшие растения.
3. Биотест с использованием семян кресс-салата оказался более информативным, чем с применением семян овса.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых № МК-3964.2015.5.

Список литературы

1. ГН 2.1.5.1315–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, 2003.
2. Олькова А.С. Особенности и проблемы биотестирования водных сред по аттестованным методикам // Вода: химия и экология, 2014. № 10. С. 87-94.
3. Перельман А. И. Геохимия. М.: Высш. шк., 1989. 528с.
4. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, 16.1:2.3.7-04. Методика определения токсичности проб поверхностных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек их почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer), Красноярск: КрасГУ. 2007.
5. ПНД Ф Т 14.1:2:4.19-2013. Методика определения токсичности питьевых, грунтовых, поверхностных и сточных вод, растворов химических веществ по измерению показателей всхожести, средней длины и среднего сухого веса проростков семян кресс-салата (*Lepidium sativum*). Стерлитамак, 2013. 28 с.
6. Филенко О. Ф., Дмитриева А. Г. Биотестирование как способ контроля токсичности загрязняемой водной среды // Приборы и системы управления. 1999. № 1. С. 61-63.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ФАСОЛИ СОРТА ЗОЛОТИСТАЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЭНДОФИТНЫМИ БАЦИЛЛАМИ И РИЗОБИЯМИ

**Юзкаяева Э.Р., Кутуева А.Г., Дмитриева Д.Ф., Крымова А.И., Ахметшина Д.В.,
Фаткуллина А.Н., Гарипова С.Р.**

Башкирский государственный университет, г.Уфа

Симбиотические взаимоотношения широко распространены в природе. Их изучение позволяет выявить новые фундаментальные закономерности в экологии и эволюции [7]. Благодаря взаимодействию с эндофитными бактериями, выполняющими трофические или защитные функции, растение-хозяин значительно расширяет свои приспособительные возможности в условиях дефицита питания и стрессовых условиях среды [2]. Использование таких микроорганизмов на практике отвечает принципам экологизации растениеводства [1, 8]. Фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.) является не только ценным источником продовольственного и кормового белка, но и неотъемлемым звеном севооборота в агроэкосистемах благодаря симбиотической азотфиксации. Но, как показали многолетние эксперименты в Южном Предуралье, клубенькообразующая активность у фасоли реализуется только в условиях достаточной влагообеспеченности [3]. Вместе с тем, инокуляция растений ризобиями и эндофитными бактериями может положительно влиять на урожай в связи с микробной продукцией физиологически активных веществ, подобных фитогормонам растений [5, 6].

Целью данной работы являлась оценка продуктивности растений фасоли под влиянием обработки семян новыми и эталонными штаммами эндофитных бацилл и ризобий в условиях Южного Предуралья.

Объектами исследования служили: эталонный штамм *Bacillus subtilis* 26D (бактериальная основа препарата фитоспорин), эталонный штамм *Rhizobium leguminosarum* bv *phaseoli* 2630 (коллекция ВНИИСХМ), а также новые штаммы *Bacillus subtilis* SG12 и *Rhizobium leguminosarum* SG13, выделенные С.Р. Гариповой из клубеньков фасоли и депонированные в ВКПМ под номерами В-11726 и В-11760. Семена фасоли сорта Золотистая получены путем собственной репродукции из исходно предоставленных для изучения семян автором сорта С.Н. Самигуллиным в 2003 г.

Методика исследования.

Полевые мелкоделяночные опыты проводили в 2015 г. на поле Учебно-научного центра БашГАУ. Почва чернозем выщелоченный. Семена фасоли перед посевом обрабатывали водными суспензиями бактерий: бациллы в плотности 10^5 клеток на семя, ризобий – 10^7 клеток на семя, в комбинированном препарате: бациллы 10^5 , ризобии 10^6 клеток на семя. Посев проводили вручную широкорядным способом (45 см) с нормой высева 15 семян на погонный метр (333 шт. / га) 25 мая, уборку – 14 сентября. Учетная площадь делянок составила 1,35 м² в трех повторностях. Характеристики продуктивности анализировали индивидуально у 70 растений с каждого варианта обработки в фазе полного созревания семян. Урожай оценивали по суммарной массе семян с каждой делянки, которая отражала разную выживаемость и сохранность растений, а соответственно и их плотность на делянке. Помимо измерения линейных размеров длины корня и побега отмечали архитектуру корня и побега по трехбалльной системе в зависимости от интенсивности ветвления органов. Агроклиматические факторы в первой половине вегетации до цветения растений (середина июля) были экстремально засушливыми. Затем наблюдалась прохладная и дождливая погода. В августе и сентябре минимальная температура не опускалась ниже 10 °С, что способствовало полному созреванию плодов и семян фасоли. Статистическую обработку проводили, используя стандартный пакет описательной статистики в программе Microsoft Excell, в таблицах представлены средние арифметические и стандартная ошибка при уровне значимости $P = 0,95$.

Результаты исследования.

В вегетационный сезон 2015 года, как и в 2014 [4], сорт Золотистая был сильно поражен листовыми болезнями с симптомами вирусной мозаики. Это, возможно, было связано с сохранением инфекции в семенах от больных растений предыдущего года, которая усилилась дефицитом влаги в первую половину вегетации. Поэтому семенная продуктивность растений 2015 г. была низкой: 2-4 г/растение по сравнению с рядом многолетних экспериментов, когда она в среднем составляла от 6 до 14 г/растение [3]. Клубеньки у большинства растений в фазе бутонизации отсутствовали. Однако предпосевная бактериальная обработка оказала положительное воздействие на рост и развитие растений (Табл.1).

Таблица 1

Влияние бактерий на генеративную продуктивность фасоли

Штамм	Количество бобов, шт. / растение	Количество семян, шт. / растение	Масса семян, г/раст.	Урожай семян, г/м ²
Контроль	2,2±0,3	4,9±0,7	2,1±0,3	62,1±11,5
SG12	3,3±0,3	8,3±0,7	2,9±0,2	80,1±1,5
SG13	2,8±0,3	8,2±0,9	3,5±0,4	91,6±14,3
26D	4,7±0,6	11,8±1,5	4,1±0,5	114,8±28,7
2630	3,9±0,4	9,7±1,2	3,6±0,4	88,2±15,9
SG12+SG13	3,4±0,3	9,0±0,1	3,3±0,4	95,6±11,8
26D+2630	3,0 ±0,2	7,3±0,7	2,8±0,3	86,7±36

Прибавка массы семян по сравнению с контролем составила от 4 до 52 %. Максимальную семенную продуктивность обеспечил эталонный штамм *Bacillus subtilis* 26D, в этом варианте обработки наблюдались самые высокие значения по количеству бобов и количеству семян, вдвое превосходящие контрольный вариант. Штамм *Bacillus subtilis* SG12 уступал по эффективности эталону 26D. Штамм *Rhizobium leguminosarum* SG13 по воздействию на продуктивность растений был близок к эталонному штамму того же вида 2630. Совместное действие бацилльного и ризобияльного штаммов SG12+SG13 способствовало более высокой продуктивности растений, чем совместное действие эталонных штаммов 26D+2630.

Анализ продуктивности вегетативных органов (Табл.2) показал, что штамм 26D усиливал рост корня и побега в длину, растения этого варианта были самыми высокорослыми и мощными по массе. Ризобияльные

штаммы 2630 и SG12 увеличили степень разветвленности корня. Архитектура побега у обработанных бактериями растений по сравнению с контролем существенно не изменилась.

Таблица 2

Влияние бактерий на развитие вегетативных органов растений фасоли

Штамм	Длина корня, см	Длина побега, см	Архитектура корня, баллы	Архитектура побега, баллы	Масса растения, г
Контроль	9,5±0,4	28,9±0,9	2,3±0,1	2,2±0,1	9,1±0,8
SG12	9,7±0,4	30,6±0,9	2,3±0,9	2,0±0,1	7,7±0,6
SG13	10,8±0,4	32,5±0,8	2,5±0,1	2,1±0,1	9,2±0,7
26D	11,5±0,7	33,6±0,9	2,3±0,1	2,1±0,1	11,3±1,2
2630	12,1±0,5	30,3±1,4	2,6±0,1	2,3±0,1	11,0±1,1
SG12+SG13	12,0±0,5	26,2±0,8	2,3±0,1	2,1±0,1	9,5±1,1
26D+2630	12,0±0,5	25,6±0,6	2,0±0,1	2,2±0,1	9,1±0,8

Таким образом, обработка эндофитными бактериями способствовала увеличению линейных размеров корня и побега, общей массы растения, а также количества бобов, количества и массы семян. Наилучшую эффективность, вдвое превышающую контроль без бактерий, показал штамм *Bacillus subtilis* 26D.

Список литературы

1. Гарипова С.Р. Развитие методологических подходов к разработке микробных препаратов для повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных растений // Вестник Оренбургского университета. 2009 S. С. 437-439.
2. Гарипова С.Р. Экологическая роль эндофитных бактерий в симбиозе с бобовыми растениями и их применение в растениеводстве // Успехи современной биологии. 2012. Т. 132. № 5. С. 493-505.
3. Гарипова С.Р., Маркова О.В., Самигуллин С.Н. Продуктивность и клубенькообразующая способность разных сортов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) в условиях Предуралья // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 51. С. 55-62.
4. Гарипова С.Р., Маркова О.В., Иргалина Р.Ш., Вахитова Р.К. Продуктивность, динамика роста, клубенькообразующая способность разных сортов фасоли в условиях Предуралья в зависимости от сроков посева // Уральский аграрный вестник. 2015. Т. 138. № 8. С. 10-14.
5. Гарипова С.Р., Валеева (Иванчина) Н.В., Сахабутдинова А.Р., Хайруллин Р.М. Фитогормональный ответ растений гороха на инокуляцию эндофитными бактериями и ризобиями // Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий. Годичное собрание Общества физиологов растений России. Международная научная конференция и школа молодых ученых. Под редакцией Е.С. Ронжиной. Калининград, 2014. С. 39-41.
6. Иванчина Н.В., Гарипова С.Р., Хайруллин Р.М. Возможные механизмы фитогормональной стимуляции роста растений эндофитными бактериями // Вестник Оренбургского университета. 2009 S. С. 446-448.
7. Тихонович И.А., Андронов Е.Е., Борисов А.Ю., Долгих Е.А., Жернаков А.И., Жуков В.А., Проворов Н.А. Румянцева В.Л., Симаров Б.В. Принцип дополнительности в расширении адаптационного потенциала растений // Генетика. 2015. Т. 51. № 9. С. 973-990.
8. Чеботарь В.К., Мальфанова Н.В., Щербаков А.В., Ахтемова Г.А., Борисов А.Ю., Люгтенберг Б., Тихонович И.А. Эндофитные бактерии в микробных препаратах, улучшающих развитие растений // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51. № 3. С. 283-289.

**СЕКЦИЯ №72.
БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)**

**СЕКЦИЯ №73.
ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)**

**СЕКЦИЯ №74.
ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)**

**СЕКЦИЯ №75.
МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)**

**СЕКЦИЯ №76.
ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)**

**СЕКЦИЯ №77.
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)**

ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)

**СЕКЦИЯ №78.
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)**

**СЕКЦИЯ №79.
АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)**

**СЕКЦИЯ №80.
ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)**

**СЕКЦИЯ №81.
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)**

**СЕКЦИЯ №82.
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)**

**СЕКЦИЯ №83.
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)**

ГЕОГРАФИЯ

СЕКЦИЯ №84.

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)

СЕКЦИЯ №85.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)

СЕКЦИЯ №86.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

СЕКЦИЯ №87.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS FOR GASOLINE BLENDING BENEFITS ESTIMATION

Kuvykin V.I., Matveev A.E., Naumova S.V., Potekhina E.V.

ООО "LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez"

Abstract

A new methodology for benefit analysis of gasoline blending system information technologies is represented. System analysis methods, mathematical modeling and Applied Information Economics are applied. Estimations of information system efficiency at refinery are investigated at three levels: the system, subsystem and supersystem.

Keywords: refinery, gasoline blending, mathematical modeling, scheduling, IT, economical efficiency.

Information systems implementation depends on an understanding of the economic effects. Inconclusive understanding of economic benefits does not allow their successful application in industry. Several practical examples are given in the reference article [7].

Contrary to popular belief, the value of information can be calculated as a dollar value. A powerful method for quantifying its value is Applied Information Economics [2].

The present article is intended to complement the methodology of efficiency estimation by:

- comprehensive approach and 3-level analysis: the system, subsystem and supersystem;
- use of mathematical model for economic benefits estimation;
- production analysis overtime in view of constantly changing conditions.

We consider gasoline blending process monitoring software as an example of practical importance. Gasoline, distillate fuel and fuel oil blending are of pertinent importance in refinery operations owing to the fact that gasoline gives considerable contribution to the refinery profit. Optimized blending may save and exceed profit in \$15-20 million per year [1]. In this scenario, small reductions in giveaway yield huge results.

The second point of current concern is environmentally safe gasolines as it is overwhelmingly important for environmental protection.

Profit-making refineries all over the world use applications facilitating advanced planning and scheduling, advanced process control and real-time performance monitoring. Tools and technologies similar to these provide greater

control, improved execution, safe and reliable production. It is important to unite all these systems in common information area [4, 6].

The blending components have different prices and properties, while the marketable gasolines (blending components) must meet strict quality standards. The key functionality of the blending control and optimization is to calculate and automatically apply an optimal blending recipe according to the criteria selected.

The refinery uses Profit Blend Optimizer software by Honeywell for on-line blend reformulation and optimization. Profit Blend Optimizer, known as OpenBPC, has a significant impact on quality control.

LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez refinery obtained the system for real-time blending recipe optimization, which automatically controls the process using a flow analyzer (IR spectrometer by Bruker) measuring the component and blend properties and laboratory data enabling production of gasoline of a preset quality.

However at many refineries, product giveaway, re-blending and product downgrading continue to add significant costs. This situation shall be changed for the better.

As the difference in gasoline prices depends on octane numbers, usually octane number giveaway is used. This methodology allows finding additional efficiency stock.

Gasoline blending control system at our refinery includes in addition to OpenBPC, the products of Honeywell Company. The first one is RPMS, a program for production planning using linear programming, and the second one - Production Balance, a program for material balance and data consolidation (Figure).

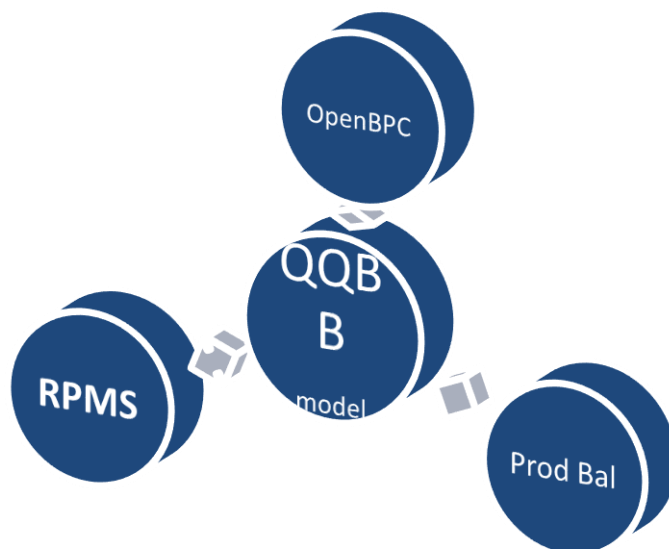


Figure 1. The structure of gasoline blending control system at the refinery

The data integration and analysis are implemented in «Quality & Quantity Blending Balance» [5]. This program complex uses instrumental and planned values for analysis of output oil products quality. The program complex uses instrumental and planned values for analysis of oil products quality, in-line analyzers work and blending process control. The report includes plan, measurer, reconciled data and deviations between them. This report is used for management decision making.

Consequently, we use a computer program for information analysis and data comparison of various program products. As opposed to well-known approach [1,3] this program additionally contains a balance module of qualitative and quantitative indices and data of volume planning program.

We shall presently consider the efficiency of the information received.

Although the term “information” is often used in an ambiguous manner, it can also be used as an unambiguous unit of measure with a well-defined value calculation. This mathematical algorithm can be described as follows [2, P. 99]:

1. Intangibles that appear to be completely intractable can be measured.
2. Information reduces uncertainty about decisions.
3. Better decisions result in more effective actions.
4. Effective actions improve profit.

System analysis and the hierarchy of goals are applied to develop the Applied Information Economics. A system is usually composed of self-contained but interrelated systems that are called subsystems. The system is included in

supersystem. A blending system structure consists of the system itself, its subsystems (measuring instruments), supersystem (refinery units and storage tanks).

It is well-known that devices have random and systematic error. Quality & Quantity Blending Balance software helps to analyze the deviations of the measured and reconciled values. The program provides an opportunity to correct imbalance and decrease systemic giveaway.

Studying these optimal gasoline blending systems, it is important to consider supersystem and the hierarchy of goals. Global refinery goals are more important than local blending performance giveaway. Refinery loading becomes suboptimal if supremum additional restrictions of octane numbers are fixed. Calculation using LP model shows that lost profit opportunity will amount to \$0.03/bbl. Thus, for the planning of gasoline blending plant LP refinery model should be used.

Global optimization allows increasing the margin profit even with constant range of motor gasoline products. Efficiency increases as a result of units loading changes and optimization of yields. Estimation of this decision efficiency showed \$0.02/bbl margin.

The Quality & Quantity Blending Balance software allows controlling multi-period and scheduling planning. Significant effects have been received as a result of blending optimization during scheduled preventive repairs. And actually we can achieve immediate response to constantly changing market requirements.

As can be seen from the above the innovative software has improved efficiency of operational management decisions and optimal planning. A new concept for estimation of software products benefits has been proposed. The Applied Information Economics methodology has been complemented by system analysis and evaluation of tracking scheduling. The result of the system analysis showed that the end user can achieve over \$0.12/bbl benefit without any equipment changes.

List of references

1. Closing the Loop on Blend Planning and Execution // WP-14-07-ENG. Honeywell International Inc. – 2014. 10 p. URL: www.honeywellprocess.com
2. Hubbard D. How to measure anything: finding the value of “intangibles” in business. New Jersey: John Wiley & Sons – 2010. - 304p.
3. Аносов А.А., Ефитов Г.Л. Оптимальное управление компаундированием топлив – задачи, решения, опыт в России // Автоматизация в промышленности. - 2015. - №4. - С. 51-59.
4. Кувыкин В.И. Использование моделей бизнес-процессов НПЗ в системах планирования и учёта // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. - 2013. - № 7. - С. 47-48.
5. Кувыкин В.И., Матвеев А.Е., Мелешкевич М.А. «Quality & Quantity Blending Balance» // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. - 2014. - № 11. - С. 400.
6. Кувыкин В.И. Оптимальное планирование и анализ моделей непрерывного производства // Автоматизация в промышленности. -2015. -№ 8. - С. 13-17.
7. Петухов М.Ю. Об актуальности внедрения автоматизированной системы календарного планирования производства и поставок на нефтеперерабатывающем заводе // Автоматизация в промышленности. - 2015. - № 8. - С. 8-12.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ПЕЧАТНЫХ НАУЧНЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ НА ПК

Макоха А.Н., Зайцев А.А.

ФГАОУ ВПО «Северо-кавказский федеральный университет»
институт математики и естественных наук, г.Ставрополь

На современном этапе развития науки и технологий возникает необходимость в наличии специализированного программного обеспечения, с помощью которого бы можно было подготовить к изданию тексты любой сложности, включающие сложные формулы, различные графические объекты: диаграммы, изображения, схемы. Наука и технологии в современном мире развиваются с разительной быстротой, что, к тому же приводит к распространению научных трудов также и в электронном виде, поэтому возникает потребность в кроссплатформенном программном обеспечении или же в кроссплатформенном формате хранения информации.

Электронный способ хранения документов предполагает наличие в таких документах различных объектов мультимедиа, таких как аудио- и видео-файлы.

Нами был проведен анализ возможностей различных текстовых процессоров и редакторов по подготовке печатных документов и их электронных версий с целью выявления наиболее мощного и удобного программного обеспечения, предназначенного для этого. Анализ был построен на сравнении ряда характеристик и ключевых возможностей, наиболее необходимых при верстке документов. Основные из них следующие:

- постраничное разделение документа;
- многоколоночная вёрстка;
- вставка формул любой сложности;
- вставка/создание графических объектов;
- наличие в таблице символов типографских знаков;
- вёрстка документа типографского качества;
- независимость готового документа от платформы.

В качестве еще одной важной функциональной возможности можно назвать возможность включения в документ мультимедиа объектов, но эту возможность мы выделим отдельным пунктом.

Сразу оговоримся, что наряду с анализом текстовых процессоров был проведен и анализ текстовых редакторов с целью подтвердить, что последние имеют недостаточно возможностей по подготовке солидных научных текстов к изданию. Поэтому результаты анализа именно текстовых редакторов мы опустим в статью. Скажем только то, что такие редакторы, как Bred3 компании Gladiators Software, WordPad компании Microsoft, при небольшом объеме, довольно функциональны и применимы в качестве программ для подготовки небольших документов, но все же не типографского качества. Текстовый редактор Bred3 может быть полезен тем, что в нем организована возможность открытия и редактирования документов различного формата, в том числе программ на языках C++, C#, HTML, XML, Pascal и TeX, что может быть очень полезно.

Приведем результаты проведенного анализа текстовых процессоров. Мы анализировали следующие наиболее известные процессоры:

- Лексикон;
- AbiWord;
- MS Office Word;
- Apache OpenOffice.org Writer;
- LaTeX (издательская система на базе TeX'a).

Сравнение процессора Лексикон с остальными процессорами выявило, что он уступает по сути лишь в одном, наиболее важном, моменте: в нем нет возможности верстать формулы любой сложности. В остальном данный текстовый процессор довольно функционален, однако формат хранения документов не кроссплатформенный.

Практически то же самое можно сказать и о процессоре AbiWord за исключением того, что в нем есть небольшой набор типографских символов, чего нет в Лексиконе.

Два процессора MS Office Word и Apache OpenOffice.org Writer очень схожи и по функциональным возможностям и по интерфейсу, но есть небольшие различия. Они не столь важны при рассмотрении вопроса подготовки научных публикаций и математических текстов. Оба процессора действительно обладают довольно мощными средствами для подготовки публикаций. Есть небольшой набор типографских знаков, возможность вставки формул практически любой сложности. Подготовка печатного документа затрудняется, когда объем достигает ста и более страниц. К тому же, формат, в котором сохраняются документы, не кроссплатформенный, хотя данные текстовые процессоры наиболее популярны и установлены практически у каждого пользователя ПК [1].

Рассмотренные выше текстовые процессоры работают по принципу WYSIWYG, иначе говоря, документ создается путем визуального проектирования. Визуальное проектирование обладает рядом недостатков:

- Человеческий фактор — возможны опечатки и ошибки при наборе;
- Большие временные затраты на редактирование;
- Отсутствие типографского качества у документов.

Этих недостатков нет у процессоров логического проектирования. Настольно-издательская система LaTeX на основе TeX'a— система подготовки печатных документов, работающая по принципу логического проектирования [2]. В 1977 году Дональд Кнут крайне заинтересовался цифровой типографией и решил разработать типографическую систему. Так появилась идея создания TeX'a. Он планировал завершить систему в 1978 года, но финальная версия языка появилась на свет лишь в 1979 году. В 1978 году Д. Кнут начал писать

первую версию языка TeX. Первая версия TeX'a была написана на языке программирования SAIL и работала на мейнфрейме PDP-10 под операционной системой WAITS. Далее Кнут создал язык программирования, названный им WEB, который производил программы на Паскале. WEB был использован для следующих версий TeX'a.

Следующая версия TeX'a была создана в 1982 году и названа TeX82. Основным изменением была замена алгоритма переноса на новый. Чтобы обеспечить воспроизводимость результата на различном оборудовании, вместо арифметики с плавающей запятой TeX82 использовал арифметику с фиксированной запятой. Помимо этого, в TeX82 появился настоящий язык программирования.

Через семь лет Дональд Кнут разработал новые версии систем TeX и METAFONT. В этой версии TeX'a 3.0, главным изменением была возможность работать с 8-битными входными данными, что позволяло использовать 256 различных символов (вместо 128 символов).

С момента выпуска версии 3.0 и в настоящее время TeX не претерпевает значительных изменений: все изменения – это исправления ошибок. В силу этого Кнут ввел оригинальную нумерацию версий: добавление одной десятичной цифры после каждого обновления, что приближает версию системы TeX к числу π [3].

Стоит сказать, что LaTeX обладает всеми возможностями перечисленных ранее процессоров, при этом, имея свои особенности, еще большие возможности и некоторые преимущества. Логическое проектирование предполагает структурированную разметку документа, поэтому в LaTeX исходный документ – это размеченный с помощью специальных команд текст, а выходной документ – это уже результат верстки – электронная версия документа в формате PDF, готовая к печати и распространению по сети. PDF - это межплатформенный формат электронных документов, разработанный фирмой Adobe Systems с использованием ряда возможностей языка PostScript. Данный формат обладает рядом преимуществ:

- совместимость;
- универсальность;
- компактность;
- безопасность.

LaTeX позволяет верстать тексты типографского качества, формулы любой сложности и имеет огромный набор типографских знаков. Что касается набора формул, то тут возможности системы LaTeX намного шире и помимо этого, формулу можно набирать абсолютно непрерывно, что удобно и намного быстрее, нежели, например, в известном процессоре MS Word, в котором каждый раз необходимо вызывать редактора формул. К тому же LaTeX расширяем, не требует установки дополнительных плагинов как известные текстовые процессоры для расширения функциональных возможностей. Существует огромное количество свободно распространяемых пакетов для LaTeX, которые достаточно скачать и добавить к основным пакетам LaTeX. Это пакеты графики, формул, символов, таблиц переносов по слогам и т. д. К тому же, существуют специальные сервисы, предоставляющие возможности по подготовке печатных документов в режиме онлайн. Примером такого сервиса является *writelatex.com*, который также позволяет поделиться готовым документом двумя способами: для редактирования или только для чтения; дает возможность скачать готовый документ в формате PDF, предоставляет возможность опубликовать документ с помощью различных средств. В LaTeX автоматизированы процессы нумерации формул, таблиц, графических объектов, создания списка литературы.

С помощью настольной редакционно-издательской системы LaTeX можно подготавливать презентации. Наиболее удобный и функциональный пакет, который надо подключить для подготовки презентаций в этой системе, это пакет beamer. Данный пакет включает в себя стилевой файл multimedia. Стилевой файл multimedia предоставляет возможности по включению в документ таких мультимедийных ресурсов как звук и видео. Это осуществляется с помощью команд `\sound{}` и `\movie{}` соответственно.

У команды `\sound{}` два обязательных аргумента, первый из которых при наличии отображает кнопку с текстом, заданным в качестве этого аргумента, по нажатию на которую, осуществляется воспроизведение файла. Этот параметр можно оставить пустым, но фигурные скобки должны присутствовать. Второй обязательный параметр — это имя звукового файла с указанием расширения. У команды `\sound{}` есть и необязательный параметр, указываемый в квадратных скобках перед обязательными. Он представляет собой набор настраиваемых опций. Например, указав в качестве необязательного аргумента `autostart`, можно добиться автоматического воспроизведения файла при достижении слайда, на котором он расположен. Также можно настроить битрейт, продолжительность воспроизведения, количество каналов (моно или стерео) и т. д. Можно указать несколько опций через запятую.

У команды `\movie{}` также два обязательных аргумента. Причём они аналогичны рассмотренным выше аргументам команды вставки аудиофайла. Поддерживаются многие известные форматы видеофайлов, в том числе AVI, MPG и WAV. Необязательный аргумент аналогичен аргументу команды `\sound{}` по назначению.

Опции, которые могут быть указаны в нём, практически совпадают с опциями необязательного аргумента команды `\sound{ }{ }`.

Из настольных редакционно-издательских систем можно назвать еще QuarkXPress и Adobe PageMaker. Это системы, работающие по принципу WYSIWYG. То есть репродуцируемый оригинал-макет создается вручную путем, визуального проектирования. Данные системы обладают большим рядом возможностей по подготовке печатных документов. Однако их пользовательский интерфейс первоначально пугает количеством инструментов и функций. Недостатки технологии WYSIWYG начинают проявляться, когда размер документа достигает нескольких десятков, и уж тем более сотен страниц. Необходимость редактирования, сопровождения фактически каждой страницы отдельно, делают процесс верстки очень трудоёмким, долгим и утомительным и особенно неудобным при возникновении необходимости изменения, например, стиля всего документа.

Приведём примеры программ на LaTeX и результаты их верстки. Все примеры написаны на языке LaTeX версии 2ε.

Пример 1. Фрагмент текста со сложной формулой.

Исходный код:

```
\documentclass[a4paper]{extreport}
\usepackage[14pt]{extsizes}
\usepackage[cp1251]{inputenc}
\usepackage[english, russian]{babel}
\usepackage{amsmath, amssymb, textcomp, latexsym, amsopn, amsthm, amscd}
\usepackage{cmap}
\usepackage{setspace}
\onehalfspacing
\usepackage[left=30mm, right=10mm, top=20mm, bottom=20mm]{geometry}
\usepackage[indentfirst}
\setlength\parindent{1.25cm}
\frenchspacing
\clubpenalty=9999
\widowpenalty=9999
\sloppy
\begin{document}
```

Вычислить тройной интеграл от функции $x^2 \sinh(xy)$ по области, ограниченной плоскостями: $x=2$, $y=\frac{x}{2}$, $y=0$, $z=0$, $z=1$.

Здесь V представляет собой прямую призму. Сечение тела V плоскостью $z=\text{const}$ представляет собой треугольник с границами $x=2$, $y= x/2$, $y=0$. Тогда, применяя формулу $\iiint_V f(x,y,z) dV = \int_a^b F(z) dz = \int_a^b \left(\iint_{S_Z} f(x,y,z) dx dy \right) dz$, получаем

```
\begin{equation*}
\begin{split}
&\iiint_V x^2 \sinh(xy) dx dy dz = \int_0^1 dz \iint_S x^2 \sinh(xy) dx dy = \\
&= \int_0^1 dz \int_0^2 x^2 dx \int_0^{x/2} \sinh(xy) dy = z \Big|_0^1 \cdot \int_0^2 x^2 \left( \frac{\cosh(xy)}{x} \right) \Big|_0^{x/2} dx = \\
&= \int_0^2 x \cosh\left(\frac{x^2}{2}\right) dx = \sinh\left(\frac{x^2}{2}\right) \Big|_0^2 = \sinh 2 - 1.
\end{split}
\end{equation*}
\end{document}
```

Результат вёрстки:

Вычислить тройной интеграл от функции $x^2 \sinh(xy)$ по области, ограниченной плоскостями: $x = 2, y = \frac{x}{2}, y = 0, z = 0, z = 1$. Здесь V представляет собой прямую призму. Сечение тела V плоскостью $z = const$ представляет собой треугольник с границами $x = 2, y = x/2, y = 0$. Тогда, применяя формулу $\iiint_V f(x, y, z) dV = \int_a^b F(z) dz = \int_a^b (\iint_{S_z} f(x, y, z) dx dy) dz$, получаем

$$\begin{aligned} \iiint_V x^2 \sinh(xy) dx dy dz &= \int_0^1 dz \iint_S x^2 \sinh(xy) dx dy = \\ &= \int_0^1 dz \int_0^2 x^2 dx \int_0^{x/2} \sinh(xy) dy = z \Big|_0^1 \cdot \int_0^2 x^2 \left(\frac{\cosh(xy)}{x} \right) \Big|_0^{x/2} dx = \\ &= \int_0^2 x \cosh \left(\frac{x^2}{2} \right) dx = \sinh \frac{x^2}{2} \Big|_0^2 = \sinh 2 - 1. \end{aligned}$$

Пример 2. Полный граф из теории графов

Исходный код:

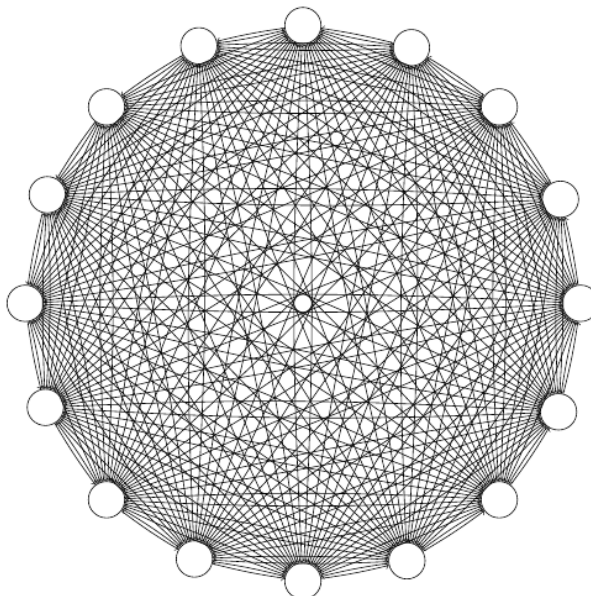
```
\documentclass[a4paper]{extreport}
\usepackage{tikz}
\usetikzlibrary[topaths]
\newcount\mycount
\usepackage{euscript}
\usepackage[all]{xy}
\usepackage{pgfplots}
\usepackage{graphicx}
\begin{document}
\begin{tikzpicture}[transform shape]
\foreach \number in {1,...,8}{
  % Computer angle:
  \mycount=\number
  \advance\mycount by -1
\multiply\mycount by 45
  \advance\mycount by 0
  \node[draw,circle,inner sep=0.25cm] (N-\number) at
  (\the\mycount:5.4cm) {};
}
\foreach \number in {9,...,16}{
  % Computer angle:
  \mycount=\number
  \advance\mycount by -1
\multiply\mycount by 45
  \advance\mycount by 22.5
  \node[draw,circle,inner sep=0.25cm] (N-\number) at
  (\the\mycount:5.4cm) {};
}
\foreach \number in {1,...,15}{
```

```

\mycount=\number
\advance\mycount by 1
\foreach \numbera in {\the\mycount,...,16}{
\path (N-\number) edge[->,bend right=3] (N-\numbera)
edge[<-,bend
left=3] (N-\numbera);
}
}
\end{tikzpicture}
\end{document}

```

Результат вёрстки:



Результатом нашего анализа способов подготовки печатных научных и математических текстов с использованием современных информационных технологий являются следующие выводы:

1. При подготовке документов сложного форматирования стоит отдавать предпочтение логическому проектированию.
2. Система компьютерной вёрстки LaTeX позволяет подготовить документ любой сложности и типографского качества.
3. Система компьютерной вёрстки LaTeX превосходит другие настольные редакционно-издательские системы. Отличается от таких систем как QuarkXPress и Adobe PageMaker удобством, меньшим количеством потребляемых ресурсов и большей гибкостью.

Список литературы

1. Возможности текстового процессора Microsoft Word: [Электронный ресурс] // Компьютерные технологии в обучении. URL:<http://256.ru/computer/word6.php>. (Дата обращения: 10.01.2016).
2. Львовский С. М. Набор и вёрстка в системе LATEX. / Львовский С. М. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: МЦНМО, 2003. — 448 с.
3. Knuth Ervin Donald. The TEXbook. / D. E. Knuth. — ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1991. — 494 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ VISUAL STUDIO 2013 В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

Слободчикова А.А.

ФГАОУ ВПО Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск

Формирование профессиональной компетентности выступает важным фактором повышения качества педагогической деятельности в вузе и подготовки конкурентоспособного бакалавра. Реализация возможна при условии своевременного обучения новых программных продуктов, их усвоение бакалаврами для практического применения. Многоуровневая подготовка бакалавров в проектах ФГОС 3+-го поколения направлена на формирование практико-ориентированной готовности выпускника к творческой, самостоятельной деятельности, умения непрерывно повышать свое образование, быть компетентным в сфере достижений научно-технического прогресса. В зависимости от потребностей рынка требуются корректировки преподавателями рабочих программ лекционных и практических занятий, а также разработки специальных вариативных курсов по модулям профессиональных компетенций. Разработка новых курсов и их внедрение в учебный процесс обеспечивают повышение уровня научно-педагогического потенциала преподавателя, а для студентов – способность реализовать себя в условиях модернизации и инновационных процессов в учебно-исследовательской и образовательной деятельности в вузах [1].

В Физико-Техническом институте (ФТИ) Северо-Восточного Федерального университета (СВФУ) для программы подготовки бакалавров по направлению 11.03.01 Радиотехника есть развернутая дисциплина “Программирование на языках высокого уровня”, имеющая трудоемкость 15 зачетных единиц. Это дисциплина включает в себе три курса: “Технология программирования” – общий курс (итоговой экзамен) и два вариативных курсов (итоговые – зачеты): “Программирование на C#” и “Объектно-ориентированное программирование”. В практических и лабораторных занятиях бакалавры работают на программном обеспечении Microsoft Visual Studio NET 2013, который является мощным инструментальным пакетом для создания различных сборок, проектов на основе шаблонов объектно-ориентированных языков. Изучая высокоорганизованные языки программирования и создавая различные проекты, бакалавры учатся прикладному применению своих знаний. Причем разработки проектов в курсах проводятся по разным технологиям: консольные приложения – для изучения самих языков программирования C++ и C#, проекты на основе Microsoft Foundation Classes (MFC), для понимания основ Application Programming Interface (API-функции), проекты на основе использования форм Windows (Visual components), применение UML, для визуализации классов проекта. Платформа NET обеспечивает переносимость разработок, их независимость от конкретной операционной системы [3].

В разделе курса Технология программирования изучаются технологии разработки проектов на основе MFC и UML программирования [1,2].



Рис.1. Вывод объектов графики с использованием MFC

Программное обеспечение Visual Studio.NET для проекта MFC генерирует более 500 шаблонных файлов разного типа, из них пользователю доступны только четыре файла: *View.h, *Doc.h, *View.cpp и *Doc.cpp. Используя эти четыре файла, программист разрабатывает свое приложение.

После удачной сборки проекта можно посмотреть схему моделирования проекта, но это лучше сделать при разработке приложений с помощью форм Windows в разделе дисциплины “Объектно-ориентированное программирование”. Язык программирования C#, представляющий дальнейшее развитие C++ [4]. Работа в данной технологии намного понятней по наглядности и простоте. Сборка производится в форме визуального программирования компонентами, синхронно генерируется код сборки. Каждая компонента обладает свойствами и может произвести некие события, которые требуют обработки. Методы называются обработчиками событий, они меняют состояние объекта.

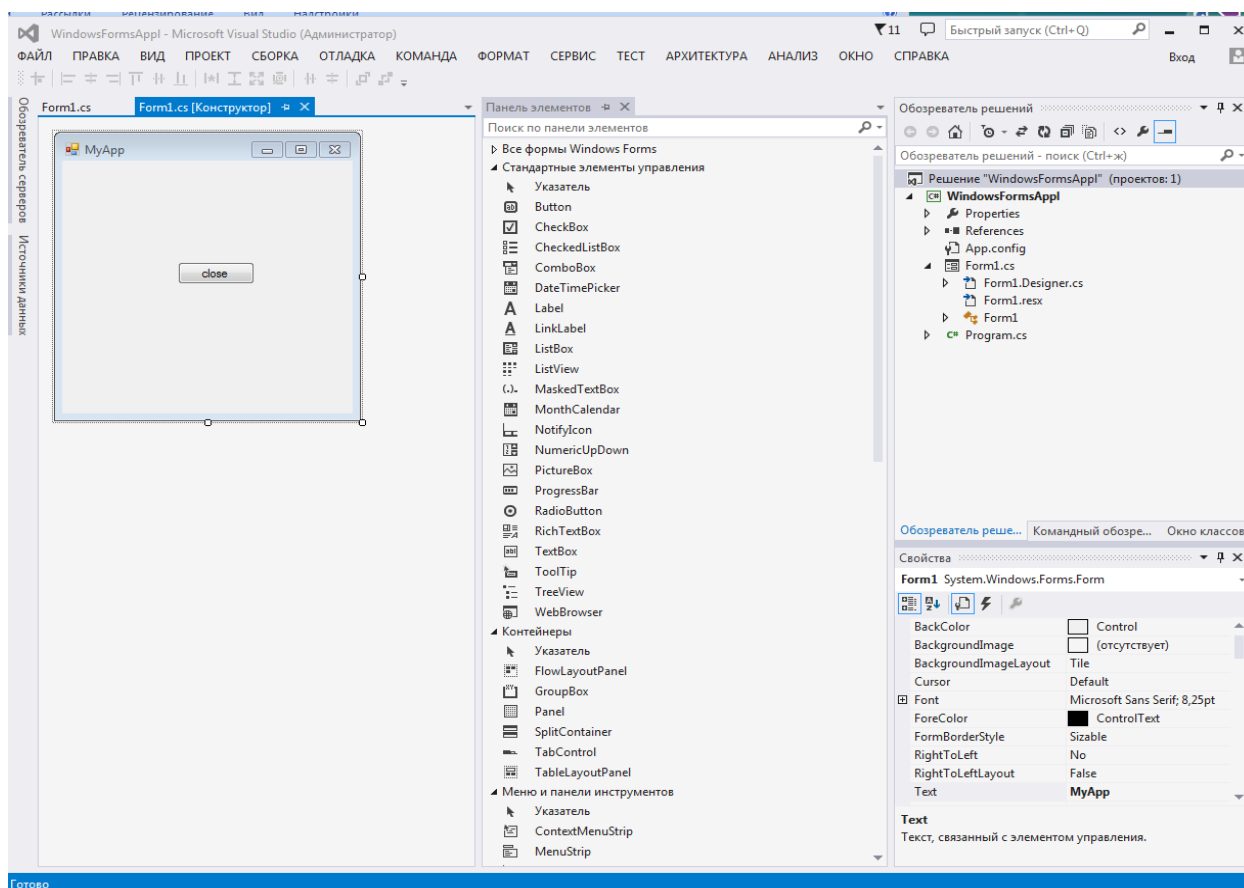


Рис.2. Использование форм Windows в проекте

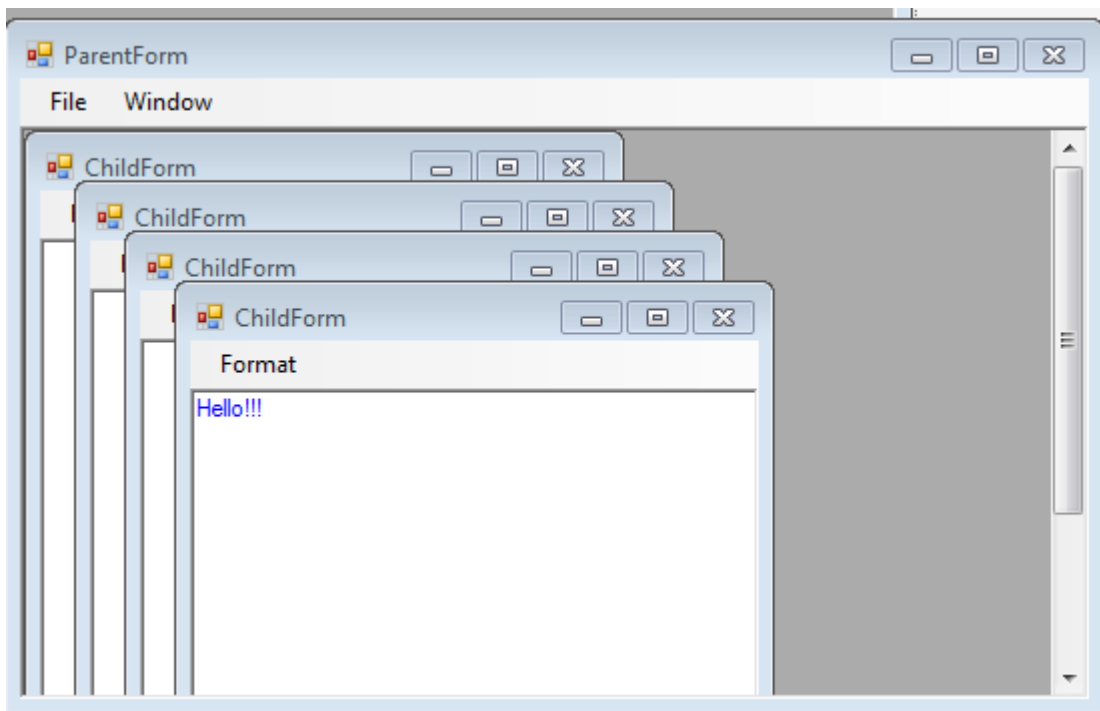
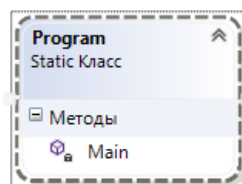


Рис.3. Многооконное приложение

Использование программного обеспечения Visual Studio.NET многообразно: изучение самих высокоорганизованных языков программирования и для прикладного проектирования приложений разного назначения. Также сам Visual Studio.NET является объектом для глубокого исследования не только обучающимся, но и преподавателями.



Сведения о классах - Program

Имя	Тип	Модификатор
Методы		
▸ Main	void	private
⊕ <добавить метод>		
Свойства		
⊕ <добавить свойство>		
Поля		
⊕ <добавить поле>		

Список ошибок Вывод Сведения о классах

Рис.4. UML программирование в Visual Studio.NET 2013

Развитие информационных технологий представляет собой бесконечный процесс, то и программирование бесконечно. Изучение карты кодов проектов для бакалавров является широким неизведанным полем исследования.

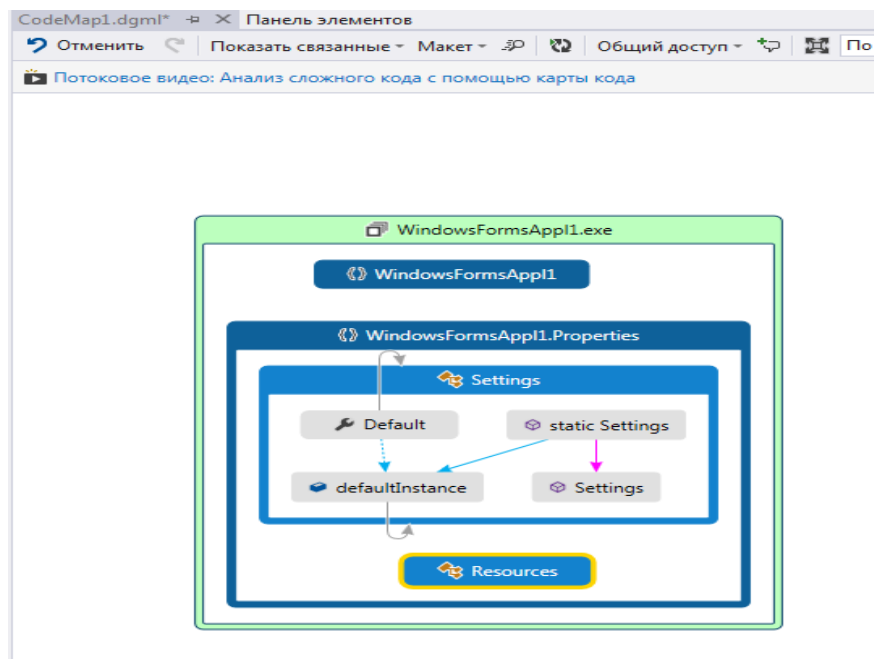


Рис.5. Карта кодов проекта

Список литературы

1. Слободчикова, А.А. Программирование и проектирование для Windows с использованием OWL и MFC //Объединенный Фонд Электронных ресурсов «Наука и Образование». Инв. № 15349, 2010.
2. Слободчикова, А.А. Практикум по объектно-ориентированному анализу и проектированию с помощью языка UML: учеб. пособие. – Якутск: Издат. ЯГУ, 2007 – 90 с.
3. Слободчикова, А.А. Операционные системы //Объединенный Фонд Электронных ресурсов «Наука и Образование». Инв. № 17847, 2012.
4. Слободчикова, А.А. Теория и практика программирования C# //Объединенный Фонд Электронных ресурсов «Наука и Образование». Инв. № 20093, 2014.

САЙТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Мулдашева С.В.

НОУ «Православная гимназия г.Саратова»

Главной особенностью современной системы образования является ее информатизация, под которой по заключению ЮНЕСКО понимается ширококомасштабное применение методов и средств сбора, хранения и распространения информации, обеспечивающей систематизацию имеющихся и формирование новых знаний, и их использование обществом для текущего управления и дальнейшего совершенствования и развития.

Целью информатизации сферы образования является повышение эффективности всех видов образовательной деятельности на основе использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), что открывает новые возможности и перспективы развития системы образования: изменяет дидактические средства, методы и формы обучения, влияет на педагогические технологии, тем самым преобразуя традиционную образовательную среду в качественно новую – информационно-образовательную среду (ИОС).

Под ИОС в контексте ФГОС ООО понимается система информационно-образовательных ресурсов и инструментов, обеспечивающих условия реализации основной образовательной программы образовательного учреждения [4]. Она включает:

1. совокупность технологических средств информационных и коммуникационных технологий: компьютеры, иное ИКТ оборудование, коммуникационные каналы;
2. систему современных педагогических технологий, обеспечивающих обучение в современной информационно-образовательной среде;

3. комплекс информационных образовательных ресурсов, в том числе цифровых образовательных ресурсов.

Информационные ресурсы, формируемые образовательными организациями, согласно статье 29 ФЗ РФ от 29.12.2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» должны быть открытыми и общедоступными, что обеспечивается посредством размещения информации об образовательной деятельности в информационно-телекоммуникационных сетях [2].

Сегодня каждое образовательное учреждение имеет свой официальный сайт в сети Интернет.

Сайт НОУ «Православная гимназия г. Саратова», (www.prgvgim.ru) в новой редакции существует 3-й год. В соответствии с Положением он отражает основные сведения об образовательной организации и ее особенности – историю создания и традиции, специфику организации учебно-воспитательного процесса и его содержания, – и выполняет представительские функции, адресуясь к различным категориям потенциальных посетителей: родителям, учащимся и педагогам. В связи с этим главным принципом конструирования сайта является его адресность, интерактивность и продуктивность в отношении предполагаемых посетителей.

Анализ проведенного в НОУ «Православная гимназия г. Саратова» опроса и статистических данных с сайта гимназии показал, что он имеет достаточно высокую посещаемость как со стороны администрации и педагогического коллектива гимназии, так и стороны обучающихся и их родителей. Средняя посещаемость официального сайта гимназии составляет 50 человек в день. Для сравнения почти 43% сайтов в среднем посещает менее 10 человек в день (по данным системы статистики LiveInternet). Это означает, что сайт НОУ «Православная гимназия г.Саратова» востребован и интересен пользователям.

В условиях реализации ФГОС важным аспектом является информационное сопровождение и просвещение, которое может быть осуществлено благодаря web-сайту. В настоящее время размещение информации на официальных сайтах образовательных организаций регулируется законодательно [1, 2], что превращает сайт в инструмент распространения информации, тем самым способствуя повышению открытости образовательного учреждения.

Обязательной для размещения на сайте является информация о дате создания, местонахождении, режиме и графике работы ОУ, его структуре, и органах управления, реализуемых уровнях образования и формах обучения, педагогическом коллективе и материально-техническом обеспечении, а также об уставе образовательной организации, лицензии на осуществление образовательной деятельности и государственной аккредитации [2].

На нашем сайте существуют разделы, в которых имеется информация об образовательной организации, о педагогическом коллективе (в том числе персональные страницы педагогов), новостная лента, где отражаются основные события, фото- и видеоальбомы, методическая копилка педагогов и персональные страницы классов.

Проведенное анкетирование показало, что посетители сайта НОУ «Православная гимназия г. Саратова» в целом удовлетворены полнотой и объемом получаемой информации. В то же время обучающиеся и родители были бы не против получать со страниц гимназического сайта сведения о всевозможных конкурсах и олимпиадах, различных мероприятиях (с фотографиями) за пределами гимназии. По запросу родителей планируется создать дополнительный раздел, содержащий информацию о деятельности родительского комитета (собраниях, обсуждаемых вопросах, принятых решениях).

Одной из задач школьного сайта является взаимодействие участников образовательного процесса. Эта функция реализуется на сайте НОУ «Православная гимназия г. Саратова» в возможности комментирования размещенной на нем информации. Однако, как показала практика, эта функция практически не используется. Вместе с тем 40% родителей выразили пожелания организовать форум, где можно задать вопросы к священнику, администрации и педагогам гимназии и получить на них ответы. Их поддерживают педагоги и учащиеся гимназии. Организация форума как средства для общения и взаимодействия участников образовательного процесса может способствовать:

1. развитию у них ИКТ-компетентности, являющейся одним из требований ФГОС ООО [4],
2. социализации учащихся за пределами Церкви, являющейся одним из условий реализации Стандарта православного компонента общего образования [3].
3. активному развитию формы общественного соуправления образовательной организации.

Таким образом, в условиях информатизации сферы образования официальный сайт ОУ является частью информационно-образовательной среды учебного заведения, способствует формированию единого информационного пространства образовательного учреждения и обеспечивает:

- открытость деятельности образовательного учреждения и освещение его деятельности в сети Интернет.
- создание условий для взаимодействия и информирования всех участников образовательного процесса: педагогов, учащихся и их родителей.
- оперативное и объективное информирование о происходящих в образовательном учреждении процессах.

- распространение педагогического опыта участников образовательного процесса.
- повышение роли информатизации образования, содействие созданию в регионе единой информационной инфраструктуры.

Анализ проведенного в НОУ «Православная гимназия г. Саратова» анкетирования позволил взглянуть на сайт ОУ с другого ракурса – с позиции информационного сообщества.

Результаты проведенного анкетирования убеждают в правомерности функционирования гимназического сайта, в его востребованности. Сайт стал неотъемлемой частью единого образовательного пространства гимназии, еще одним средством взаимодействия всех участников образовательного процесса.

И поскольку информатизация образования является одним из приоритетных направлений информатизации общества задачей администрации НОУ «Православная гимназия г. Саратова» становится информационное наполнение официального сайта с учетом социального заказа.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 10.07.2013 года № 582 «Об утверждении Правил размещения на официальном сайте образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обновления информации об образовательной организации».
2. Приказ Рособрнадзора от 29.05.2014 года № 785 «Об утверждении требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату представления на нём информации».
3. Стандарт Православного компонента начального общего, основного общего, среднего (полного) общего образования для учебных заведений Российской Федерации (утвержден решением Священного Синода Русской Православной Церкви от 27.07.2011 года).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержден приказом Минобрнауки России от 17.12.2010 года № 1897).
5. Федеральный закон РФ от 29.12.2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ, РАБОТАЮЩИЕ В СРЕДЕ ANDROID

Сумбаараагийн А.Э.

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск

Программное обеспечение смартфонов и планшетных компьютеров практически не имеют собственных сред разработки ПО, с этой целью используются традиционные desktop-компьютеры. Имеется ряд реализаций, в которых известные компиляторы и другие компоненты среды разработки для Java, C/C++, Basic из ОС Linux «обернуты» соответствующим образом так, что их можно использовать в Android. Однако они годятся только для разработки простых программ и имеют множество ограничений.

Для планшетных компьютеров наиболее естественной выглядит среда графического проектирования, аналогичная LabView. Основными принципами такой среды должны являться открытость (расширяемость), графическое проектирование программы и событийное моделирование ее исполнения на основе потоков данных. При наличии в ней компонент, связанных с разнообразными источниками данных и событий в ОС Android (звонки, навигация, акселерометр и т.п.) она будет привлекательна для обучения основам программирования.

Система строится по модульному принципу на основе технологии ООП, что дает возможность использовать ее как конечный продукт и как инструмент собственного развития (открытость). Система включает в себя:

- ядро - компоненты системы событийного моделирования и интерфейсы представления графических объектов модели;
- реализация графических объектов модели в desktop-компьютерах и планшетах;
- отладочные средства и программные тестеры для desktop-компьютеров;
- собственно, программные компоненты Android-приложения

В состав ядра входят классы всех сущностей, используемых при построении модели (программы) такие как: абстрактный модельный объект, графический модельный объект, составной модельный объект (модуль), объект данных, данные - значение, данные - событие, связь, вход и выход модельного объекта и т.д. Структура модели (структура графической программы) представляет собой граф модельных объектов. Функционирование

модели – (собственно исполнение графической программы) является алгоритмической компонентой классов модельных объектов.

Список литературы

1. AIDE- IDE for Android Java C++ [Электронный ресурс]: режим доступа - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aide.ui>
2. CppDroid - C/C++ IDE [Электронный ресурс]: режим доступа - <https://play.google.com/store/apps/details?id=name.antonsmirnov.android.cppdroid>

ГЕОЛОГИЯ

СЕКЦИЯ №88.

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПРОСТРАНСТВ В ИНЖЕНЕРНО ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

Писаренко М.Н., Колмыков С.Н.

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»
(НИУ «БелГУ»), г.Белгород

Необходимость освоения подземного пространства в городах в последние годы приобретает все большее значение. Дефицит городских территорий, постоянного роста населения, в центральной части городов в связи с увеличением плотности застройки, увеличения транспортных потоков и парковки легкового транспорта. Во всех крупных городах мира идет процесс активного освоения подземного пространства для обеспечения транспортных и инженерных систем, объектов торговли и бытового обслуживания, складов, автостоянок и решения других проблем.

К сожалению, в Белгороде работа по развитию подземного пространства практически не ведется или может быть представлена лишь отдельными подземными пешеходными переходами.

Генеральный план г. Белгорода, особенно его центральной части, формировался еще в дореволюционное время, поэтому городская застройка не приспособлена к размещению современного количества автотранспорта.

Современная система подземного городского хозяйства включает в себя инженерно-транспортные подземные сооружения, предприятия торговли и общественного питания, зрелищные, административные и спортивные здания и сооружения, объекты коммунально-бытового обслуживания и складского хозяйства, промышленные объекты и инженерное оборудование [2].

В геологическом строении участка проектируемого строительства принимают участие образования четвертичной (Q) и меловой (K) систем.

В местах проложения коммуникаций и грунтовых дорог с дневной поверхности вскрыты насыпные грунты (*t IV*), представленные неравномерной смесью чернозема, песка, суглинка, строительного мусора. Мощность насыпных грунтов изменяется от 0,5 до 1,7 м.

С дневной поверхности и, местами, под насыпными грунтами вскрыты намывные грунты (*t IV*), представленные неравномерным переслаиванием глины легкой серой и темно-серой с низким содержанием органического вещества и песка средней крупности, мелкого и пылеватого серого и серо-коричневого, мощностью 0,7-4,7 м.

Под намывными грунтами вскрыта современная почва аллювиально-болотного типа (*a IV*), представленная глиной легкой черной с низким содержанием органического вещества с включениями неразложившихся растительных остатков. Мощность почвы составляет 0,3-0,8 м.

Ниже залегает толща аллювиальных образований пойменной террасы р.Везелка (*a IV*). Аллювий представлен переслаиванием песков различных оттенков серого цвета средней крупности, мелких и пылеватых, глин легких темно-серых с примесью органических веществ, с низким содержанием органических веществ и

среднезаторфованных, суглинков тяжелых неоднородных, с примесью органических веществ и прослоями супесей серой и зеленовато-серой окраски. Мощность аллювиальных образований составляет 2,4-8,7 м.

С глубины 6,5-12,6 м залегают образования меловой системы (K_2), представленные мелом белым писчим, в кровле выветрелым до глиноподобного состояния (элювий мела), мелом дресвяно-щебенистым и мелом глыбовым средней плотности. Вскрытая мощность меловых образований 12,4-18,5 м. Общая мощность меловых образований составляет более 50 м.

Природные подземные воды вскрыты на глубине 3,1-9,0 м. Водовмещающими грунтами являются аллювиальные образования пойменной террасы и меловые образования. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и гидравлической взаимосвязи с соседними водоносными горизонтами и водами р.р. Везелка и Гостенка [3].

Для строительства подземных сооружений, таких как паркинги, в мелах, для строительства оптимальный способ «Опускного колодца».

Конструкции и область применения опускных колодцев

Опускной колодец представляет собой открытую сверху и снизу железобетонную (реже стальную и бетонную) конструкцию (Рисунок 1), стены которой в нижней части имеют заострения (консоли), обычно усиленные металлом (ножи). Опускные колодцы погружаются в грунт под действием собственного веса по мере разработки и удаления грунта, расположенного в полости колодца и ниже его ножа. Стены колодцев либо сооружают сразу на полную высоту, либо наращивают по мере погружения колодцев в грунт [1].

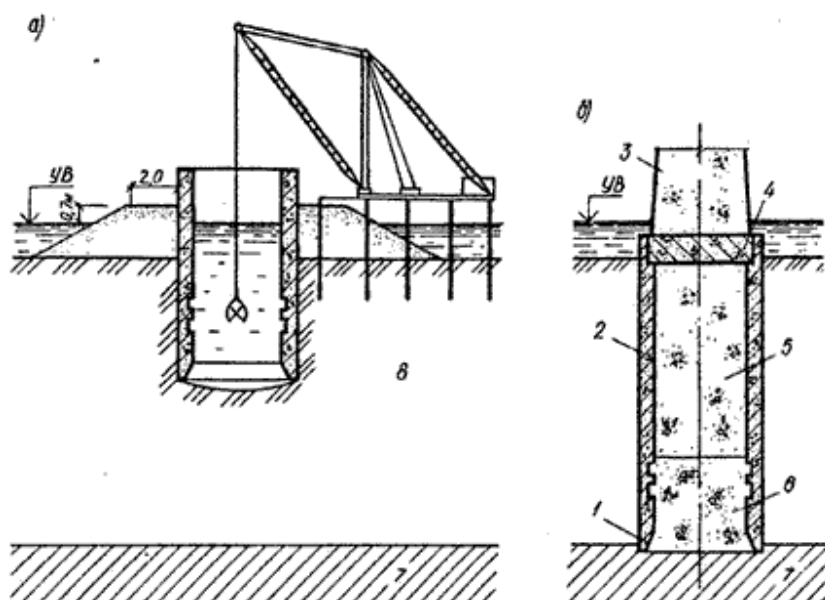


Рис.1. Опускной колодец

а – погружение колодца; б – фундамент в виде опускного колодца

1 – консоли; 2 – стенки колодца; 3 – надфундаментная часть опоры; 4 – железобетонная плита; 5 – бетон, уложенный насухо; 6 – подводный бетон; 7 – прочный грунт; 8 – слабый грунт

После достижения опускным колодцем проектной глубины заложения фундамента полость колодца целиком или частично заполняют бетонной смесью сначала подводным способом, а затем насухо. В верхней части колодца сооружают распределительную железобетонную плиту, на которой впоследствии ведут кладку надфундаментной части опоры; в некоторых случаях такую плиту не делают.

Опускные колодцы применяют в случаях расположения грунтов с достаточной несущей способностью на больших (более 5-8 м) глубинах, когда сооружение фундаментов в открытых котлованах из-за сложности крепления их стен экономически нецелесообразно или технически неосуществимо.

Список литературы

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

2. Пономарев А.Б. Реконструкция подземного пространства. Учебное пособие. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2006. – 232 с.
3. Справочник гидрогеолога / под ред. М.Е. Альтовского. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 616 с.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Современные проблемы математических и естественных наук в мире**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Информационные технологии естественных и математических наук**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Естественные и математические науки в современном мире**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Основные проблемы естественных и математических наук**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития**», г.**Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

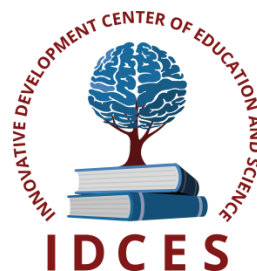
III Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития современных математических и естественных наук**», г.**Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Естественные и математические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные вопросы современных математических и
естественных наук**

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(10 марта 2016г.)**

**г. Екатеринбург
2016 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 09.03.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 8,3.
Тираж 250 экз. Заказ № 32.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58