



МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Тенденции развития естественных и математических наук

Новосибирск, 2013 г.

УДК 50
ББК 20
Т33

Т33 «Тенденции развития естественных и математических наук»:
материалы международной заочной научно-практической
конференции. (29 апреля 2013 г.) — Новосибирск: Изд. «СибАК»,
2013. — 128 с.

ISBN 978-5-4379-0277-6

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Тенденции развития естественных и математических наук»: вопросы и тенденции развития» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных естественных наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития естественных наук.

Рецензенты:

- канд. физ.-мат. наук Зеленская Татьяна Евгеньевна;
- д-р хим. наук, профессор Козьминых Владислав Олегович;
- канд. техн. наук Романова Алла Александровна;
- канд. физ.-мат. наук Рымкевич Павел Павлович;
- канд. хим. наук Сүлейменов Ерлан Мэлсулы;
- канд. биол. наук Харченко Виктория Евгеньевна;
- канд. с.-хоз. наук Яковишина Татьяна Федоровна.

ISBN 978-5-4379-0277-6

ББК 20

© НП «СибАК», 2013 г.

Оглавление

Секция 1. Математика	6
1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ	6
ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРИИ ДВОЙНЫХ РЯДОВ ПРИНГСГЕЙМА	6
Корнеев Антон Александрович Дорошкевич Ольга Александровна	
РАЗЛОЖЕНИЕ ДВОЙНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ КОМПЛЕКСНОГО И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО ПО БЕСКОНЕЧНЫМ ДИАГОНАЛЯМ	15
Корнеев Антон Александрович Дорошкевич Ольга Александровна	
РАЗЛОЖЕНИЕ ДВОЙНЫХ И ТРОЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПО БЕСКОНЕЧНЫМ ДИАГОНАЛЯМ	25
Корнеев Антон Александрович Дорошкевич Ольга Александровна	
1.2. Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление	31
АЛГОРИТМ ТЕРМИНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С ТРЕМЯ НУЛЕВЫМИ ПОЛЮСАМИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ПОМЕХ	31
Кучеров Дмитрий Павлович Козуб Андрей Николаевич	
Секция 2. Информационные технологии	43
2.1. Управление в социальных и экономических системах	43
ОБЗОР СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА HELPDESK КЛАССА	43
Каипов Ильмутдин Хайрутдинович Баландин Александр Анатольевич	

2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	51
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В ОБХОДНОЙ ГАЛЕРЕЕ СУДОХОДНОГО ШЛЮЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MAPLE Тимофеева Ольга Алексеевна	51
2.3. Методы и системы защиты информации, информационная безопасность	60
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ Морозов Антон Валерьевич Шахов Владимир Григорьевич	60
Секция 3. Биология	66
3.1. Биогеоценология	66
ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ Корж Александр Павлович	66
АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОЛЫНЕЙ ARTEMISIA LERCHEANA, A. SIVERSIANA И A. MACRANTHA Ишмуратова Маргарита Юлаевна Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы	70
3.2. Биологические аспекты сельского хозяйства	82
АМАРАНТ КУЛЬТУРА С ХОРОШИМИ КОРМОВЫМИ ДОСТОИНСТВАМИ Юусифов Назим Магамед оглы Дашдамиров Камандар Шукур оглы Амиров Шахин Агамир оглы Кулиева Нурлана Акиф кызы	82
3.3. Ботаника	88
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЪЕДОБНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ (BASIDIOMYCETES) ЮГА ОСТРОВА САХАЛИН Зарипова Мария Александровна Беянина Яна Павловна	88

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОССЮРЕИ СОЛОНЧАКОВОЙ (SAUSSUREA SALSA (PALL.) SPRENG)	93
Ишмуратова Маргарита Юлаевна Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы	
ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ ИРГИ КРУГЛОЛИСТНОЙ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ	99
Шестакова Анна Андреевна Жумабаева Сара Еркеновна	
3.4. Экология и природопользование	104
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ, СЕЗОНА ГЕНЕРАЦИИ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПАРАМЕТРЫ ХРОМОСОМНОГО ИНВЕРСИОННОГО ПОЛИМОРФИЗМА GLYPTOTENDIPES GLAUCUS MG. (DIPTERA: CHIRONOMIDAE)	104
Винокурова Наталья Владимировна Шмаров Вячеслав Анатольевич	
РАДИОНУКЛИДЫ И ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДЕ	116
Тиллобоев Хакимджон Ибрагимович Эргашева Этибор Абдуллаевна	
Секция 4. Химия	121
4.1. Органическая химия	121
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОСНОВАНИЯ ТРЕГЕРА С ФРАГМЕНТАМИ ПРОТОННОЙ ГУБКИ	121
Власенко Марина Павловна Озерянский Валерий Анатольевич Старикова Зоя Александровна	

СЕКЦИЯ 1.

МАТЕМАТИКА

1.1. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРИИ ДВОЙНЫХ РЯДОВ ПРИНГСГЕЙМА

Корнеев Антон Александрович

*студент 3 курса, факультет точных наук
и инновационных технологий МГГУ им. Шолохова, г. Москва
E-mail: predsedatel_2012@mail.ru*

Дорошкевич Ольга Александровна

*канд. физ.-мат. наук, доцент МГГУ им. Шолохова,
г. Москва*

Условие сходимости разложения двойных рядов по бесконечным диагоналям

В контексте разложения двойных рядов по бесконечным диагоналям [1, с. 61] возникает следующий вопрос, который заключается в допустимости представления в форме данного разложения произведения неабсолютно сходящегося и абсолютно сходящегося ряда и двух неабсолютно сходящихся рядов.

Пусть (A) и (B) сходящиеся числовые ряды. Для удобства введем следующие обозначения

$$A = \sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) = \varphi(d_1) + \varphi(d_1 + 1) + \varphi(d_1 + 2) + \dots + \varphi(d_1 + k) + \dots$$
$$B = \sum_{l=d_2}^{\infty} \psi(l) = \psi(d_2) + \psi(d_2 + 1) + \psi(d_2 + 2) + \dots + \psi(d_2 + l) + \dots$$

где: $d_1 \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$ и $d_2 \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$.

Вплоть до Теоремы 2 положим $d_1 = d_2 = d_0$.

Теорема 1. Произведение двух сходящихся рядов (A) и (B), взятое по бесконечным диагоналям, сходится, если сходится ряд по главной бесконечной диагонали.

$$D = \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m)$$

Доказательство.

Представим формулу произведения двух рядов по бесконечным диагоналям в виде

$$\begin{aligned} & \sum_{k=d_0}^{\infty} \varphi(k) \times \sum_{l=d_0}^{\infty} \psi(l) \\ = & \sum_{m=d_0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \varphi(m+n) \times \psi(m) + \sum_{m=d_0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m+n) \end{aligned}$$

Рассмотрим первый повторный ряд. По условию предполагается сходимость по индексу m , поэтому сходится сумма рядов

$$\begin{aligned} & \sum_{n=1}^{\infty} \varphi(d_0+n) \times \psi(d_0) + \sum_{n=1}^{\infty} \varphi(d_0+1+n) \times \psi(d_0+1) + \dots + \\ & + \sum_{n=1}^{\infty} \varphi(m+n) \times \psi(m) + \dots = \\ = & \psi(d_0) \times \sum_{n=1+d_0}^{\infty} \varphi(n) + \psi(d_0+1) \times \sum_{n=2+d_0}^{\infty} \varphi(n) + \dots + \\ & + \psi(m) \times \sum_{n=1+m}^{\infty} \varphi(n) + \dots \end{aligned}$$

Имеем неравенство

$$\psi(m) \times \sum_{n=1+m}^{\infty} \varphi(n) < \psi(m) \times A$$

Для другого повторного ряда получаем

$$\varphi(m) \times \sum_{n=m}^{\infty} \psi(n) \leq \varphi(m) \times B$$

Ряды в неравенствах сходятся как остатки рядов (A) и (B). А значит, все ряды по индексу n сходятся.

В силу того, что абсолютные значения рядов по бесконечным диагоналям оцениваются абсолютным значением ряда по главной бесконечной диагонали то сходимость разложения сводится к сходимости ряда по главной бесконечной диагонали ч. т. д.

$$\left| \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m+n) \times \psi(m) \right| < \left| \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m) \right|$$

$$\left| \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m+n) \right| \leq \left| \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m) \right|$$

Возможны три случая, когда произведения двух рядов (A) и (B) по бесконечным диагоналям могут сходитьсь:

1. Ряды (A) и (B) сходятся абсолютно

Если ряды (A) и (B) сходятся абсолютно, то разложение по бесконечным диагоналям имеет место.

Сходимость в данном в случае очевидна, ибо следует из абсолютной сходимости двойного ряда.

2. Ряд (A) сходитсь абсолютно, а ряд (B) относительно (или (A) — относительно, а (B) — абсолютно).

Для определенности положим, что ряд (A) сходитсь абсолютно, а ряд (B) — относительно.

Т. к. для сходимости повторных рядов, достаточна сходимость по индексу m , то для первого и второго повторного ряда достаточна сходимость рядов представленных суммой

$$\sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m+1) \times \psi(m) + \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m+2) \times \psi(m) + \dots +$$

$$+ \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m+n) \times \psi(m) + \dots$$

$$\sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m) + \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m+1) + \dots + \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi(m) \times \psi(m+n) + \dots$$

Эти ряды сходятся по теореме сравнения рядов [3, с. 264], причем абсолютно

$$(1) \quad \varphi(m) \times |\psi(m+n)| < \varphi(m)$$

т. к.

$$\begin{aligned} \varphi(m+n) &< \varphi(m) \\ \varphi(m+n) \times |\psi(m)| &< \varphi(m) \times |\psi(m)| \end{aligned}$$

то в силу неравенства(1)

$$\varphi(m+n) \times |\psi(m)| < \varphi(m)$$

Получаем утверждение схожее с теоремой Мертенса [3, с. 328] для сходимости произведения двух рядов в форме Коши:

Если ряды (A) и (B) сходятся, причем хоть один из них сходится абсолютно, то разложение по бесконечным диагоналям имеет место.

3. Ряды (A) и (B) сходятся неабсолютно

Представим неабсолютно сходящиеся ряды в следующем виде

$$\begin{aligned} \sum_{k=d_0}^{\infty} \varphi(k) &= \sum_{k=d_0}^{\infty} f_k \cdot a_k \\ \sum_{l=d_0}^{\infty} \psi(l) &= \sum_{l=d_0}^{\infty} g_l \cdot b_l \end{aligned}$$

где частичные суммы рядов

$$\sum_{k=d_0}^{\infty} f_k \quad \sum_{l=d_0}^{\infty} g_l$$

В совокупности ограничены:

$$|F_k| \leq M \quad \text{и} \quad |G_l| \leq K$$

А числа a_k и b_l образуют монотонную последовательность, стремящуюся к нулю:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} a_k = 0 \text{ и } \lim_{l \rightarrow \infty} b_l = 0$$

То есть ряды (A) и (B) сходятся по признаку Дирихле [3, с. 307]. Здесь мы берем признак Дирихле как наиболее общий для сходимости неабсолютно сходящихся рядов, исходя из того, что признак Лейбница [3, с. 302] и признак Абеля [3, с. 307] являются его частными случаями.

Ряд (D) сходится только в двух случаях:

1. $|F_m \cdot G_m| \leq M \cdot K$

То есть ряд (D) сходится по признаку Дирихле, причем, если сходится ряд то ряд (D) сходится абсолютно, в противном случае условно

$$F = \sum_{m=d_0}^{\infty} a_m \cdot b_m$$

2. $|F_{m+n} \cdot G_{m+n}| > M \cdot K$

То есть ряд (D) сходится только тогда, когда сходится ряд (F).

Обобщение теории умножения рядов

В контексте сходимости повторных рядов возникает вопрос: будет ли их сумма равна произведению сумм? На это вопрос отвечает следующая теорема, которую мы обобщили и для произведения по квадратам.

Для следующей теоремы положим $d_1 = d_2 = 1$

Теорема 2. *Если произведение двух сходящихся рядов (A) и (B), взятое по бесконечным диагоналям или по квадратам, сходится, то его сумма C равна A · B.*

Доказательство.

Обозначим бесконечные диагонали следующим образом

$$\begin{aligned} c'_1 &= a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 + \dots \\ c''_1 &= a_2 b_1 + a_3 b_2 + a_4 b_3 + \dots \\ c'_2 &= a_1 b_2 + a_2 b_3 + a_3 b_4 + \dots \\ c''_2 &= a_3 b_1 + a_4 b_2 + a_5 b_3 + \dots \\ c'_n &= a_1 b_n + a_2 b_{1+n} + a_3 b_{2+n} + \dots \\ c''_n &= a_{1+n} b_1 + a_{2+n} b_2 + a_{3+n} b_3 + \dots \end{aligned}$$

и их частичную сумму

$$C_n = (c'_1 + c''_1) + (c'_2 + c''_2) + \dots + (c'_n + c''_n) = c_1 + c_2 + \dots + c_n$$

легко видеть что

$$C_1 + C_2 + \dots + C_n = A_1 B_n + A_2 B_{1+n} + A_3 B_{2+n} + \dots + A_{1+n} B_1 + A_{2+n} B_2 + A_{3+n} B_3 + \dots$$

Разделим это равенство почленно на n и перейдем к пределу при $n \rightarrow \infty$. Так как $C_n \rightarrow C$, то по теореме Коши [2, с. 63]

$$\frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n} = C$$

С другой стороны

$$\frac{A_1 B_n + A_2 B_{1+n} + A_3 B_{2+n} + \dots + A_{1+n} B_1 + A_{2+n} B_2 + A_{3+n} B_3 + \dots}{n} = A \cdot B$$

Отсюда $C = A \cdot B$, ч. и тр. д. для произведения по бесконечным диагоналям.

Обозначим квадраты следующим образом

$$\begin{aligned} c_1 &= a_1 b_1 = A_1 B_1 \\ c_2 &= a_1 b_2 + a_2 b_2 + a_2 b_1 = A_2 B_2 - A_1 B_1 \\ c_3 &= a_1 b_3 + a_2 b_3 + a_3 b_3 + a_3 b_2 + a_3 b_1 = A_3 B_3 - A_2 B_2 \end{aligned}$$

$$c_n = a_1 b_n + a_2 b_n + \dots + a_n b_n + \dots + a_2 b_n + a_1 b_n = A_n B_n - A_{n-1} B_{n-1}$$

И их частичную сумму

$$C_n = c_1 + c_2 + \dots + c_n$$

легко видеть что

$$C_1 + C_2 + \dots + C_n = A_1 B_1 + A_2 B_2 + \dots + A_n B_n$$

Разделим это равенство почленно на n и перейдем к пределу при $n \rightarrow \infty$. Так как $C_n \rightarrow C$, то по теореме Коши

$$\frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n} = C$$

С другой стороны

$$\frac{A_1B_1 + A_2B_2 + \dots + A_nB_n}{n} = A \cdot B$$

Отсюда $C = A \cdot B$, ч. и тр. д. для произведения по квадратам.

Здесь получаем обобщение *теоремы 2* и *теоремы Абеля* [3, с. 329].

Теорема 2*. *Если произведение двух сходящихся рядов (A) и (B), взятое по бесконечным диагоналям, или по диагоналям (в форме Коши), или по квадратам, сходится, то его сумма C равна A · B.*

Следствие 1. *Если сходится произведение двух рядов (A) и (B) по бесконечным диагоналям, то по диагоналям (в форме Коши) и по квадратам оно сходится, причем к той же сумме.*

Для произведения по бесконечным диагоналям это следует из равенства пределов

$$\begin{aligned} \frac{A_1B_n + A_2B_{1+n} + A_3B_{2+n} + \dots + A_1B_{1+n} + A_2B_{2+n} + A_3B_{3+n} + \dots}{n} = \\ = \frac{A_1B_n + A_2B_{n-1} + \dots + A_nB_1}{n} \end{aligned}$$

Для произведения по квадратам имеем

$$\begin{aligned} \frac{A_1B_n + A_2B_{1+n} + A_3B_{2+n} + \dots + A_1B_{1+n} + A_2B_{2+n} + A_3B_{3+n} + \dots}{n} \\ = \frac{A_nB_n}{n} \end{aligned}$$

Отсюда также следует что

$$\frac{A_nB_n}{n} = \frac{A_1B_n + A_2B_{n-1} + \dots + A_nB_1}{n}$$

Следствие 2. *Произведение двух сходящихся рядов (A) и (B), взятое по бесконечным диагоналям, по диагоналям (в форме Коши) и по квадратам сходится, если сходится ряд (D).*

Остался еще один способ просуммировать произведение двух сходящихся рядов — это представить их произведение в форме повторного ряда.

Теорема 3. *Произведение двух сходящихся рядов (A) и (B) представленное в форме повторных рядов, сходится всегда, независимо от порядка суммирования, причем к произведению сумм $A \cdot B$.*

$$\sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) \times \sum_{l=d_2}^{\infty} \psi(l) = \sum_{k=d_1}^{\infty} \sum_{l=d_2}^{\infty} \varphi(k) \times \psi(l) = \sum_{l=d_2}^{\infty} \sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) \times \psi(l)$$

Доказательство.

$$\sum_{l=d_2}^{\infty} \left[\sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) \times \psi(l) \right] = \sum_{l=d_2}^{\infty} \left[\sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) \right] \times \psi(l) = A \times \sum_{l=d_2}^{\infty} \psi(l) = A \cdot B$$

И аналогично для другого повторного ряда

$$\sum_{k=d_1}^{\infty} \left[\sum_{l=d_2}^{\infty} \varphi(k) \times \psi(l) \right] = \sum_{k=d_1}^{\infty} \left[\sum_{l=d_2}^{\infty} \psi(l) \right] \times \varphi(k) = B \times \sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) = A \cdot B$$

ч. и т. д.

Если двойной ряд можно представить в виде произведения рядов

$$\sum_{k=d_1}^{\infty} \varphi(k) \times \sum_{l=d_2}^{\infty} \psi(l) = \sum_{k=d_1; l=d_2}^{\infty} \varphi(k) \times \psi(l) = \sum_{k=d_1; l=d_2}^{\infty} f(k, l)$$

то будем говорить, что двойной ряд разделим по индексам k и l .

Вычисление сумм двойных рядов с помощью разложения двойных рядов по бесконечным диагоналям

Пусть дан сходящийся ряд, где $d_0 \in \mathbb{Z}_{\geq 0}$

$$A = \sum_{k=d_0}^{\infty} \varphi(k) = \varphi(d_0) + \varphi(d_0 + 1) + \varphi(d_0 + 2) + \dots + \varphi(d_0 + k) + \dots$$

И при умножении его на себя выполняется условие, при котором произведение, взятое по бесконечным диагоналям, сходится. Общий член двойного ряда, полученный данным способом, очевидно, всегда симметричен, тогда можно записать разложение так

$$\begin{aligned}
& \sum_{k=d_0}^{\infty} \varphi(k) \times \sum_{l=d_0}^{\infty} \varphi(l) = \sum_{k,l=0}^{\infty} \varphi(k) \times \varphi(l) = \\
& = \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi^2(m) + 2 \sum_{m=d_0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \varphi(m+n) \times \varphi(m) \\
\sum_{m=d_0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \varphi(m+n) \times \varphi(m) & = \frac{1}{2} \sum_{k=d_0}^{\infty} \varphi(k) \times \sum_{l=d_0}^{\infty} \varphi(l) - \frac{1}{2} \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi^2(m) \\
\sum_{m=d_0; n=1}^{\infty} \varphi(m+n) \times \varphi(m) & = \frac{A^2}{2} - \frac{1}{2} \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi^2(m)
\end{aligned}$$

В качестве примеров рассмотрим следующие двойные ряды

$$\begin{aligned}
(2) \quad & \sum_{m,n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{m(m+n)} = \frac{\ln^2 2}{2} - \frac{\pi^2}{12} \\
A_1 & = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{k} = \ln 2; \quad \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi^2(m) = \frac{\pi^2}{6} \\
(3) \quad & \sum_{m,n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2m-1)(2m+2n-1)} = \frac{\pi^2}{32} - \frac{\pi^2}{16} = -\frac{\pi^2}{32} \\
A_2 & = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k+1}}{2k-1} = \frac{\pi}{4}; \quad \sum_{m=d_0}^{\infty} \varphi^2(m) = \frac{\pi^2}{8} \\
(4) \quad & \sum_{m,n=1}^{\infty} \frac{1}{(m+n)^2 m^2} = \frac{\pi^4}{72} - \frac{\pi^4}{180} = \frac{\pi^4}{120} \\
A_3 & = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}; \quad \sum_{k=1}^{\infty} \varphi^2(m) = \frac{\pi^4}{90}
\end{aligned}$$

Список литературы:

1. Корнеев А.А. Разложение S-кратных рядов по бесконечным диагоналям для двух и трех индексов // Теория и практика современной науки: мат-лы V Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. Т. 1. — М.: Спецкнига, 2012.
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: учебник: в 3 т. Т. 1. — 9-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2009. — 608 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная книга).
3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: учебник: в 3 т. Т. 2. — 9-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2009. — 800 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная книга).

РАЗЛОЖЕНИЕ ДВОЙНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЯДОВ КОМПЛЕКСНОГО И ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО ПО БЕСКОНЕЧНЫМ ДИАГОНАЛЯМ

Корнеев Антон Александрович

*студент 3 курса, факультет точных наук
и инновационных технологий МГГУ им. Шолохова,
г. Москва*

E-mail: predsedatel_2012@mail.ru

Дорошкевич Ольга Александровна

*канд. физ.-мат. наук, доцент МГГУ им. Шолохова,
г. Москва*

Разложение двойных рядов по бесконечным диагоналям [3, с. 61] справедливо и для двойного функционального ряда.

Теорема 4. *Если двойной функциональный ряд*

$$y = \sum_{k,l=d_0}^{\infty} f_{k,l}(x) \text{ (или } z = \sum_{k,l=d_0}^{\infty} f_{k,l}(t))$$

сходится равномерно по k и l для всех действительных значений x (или комплексных чисел t), лежащих внутри интервала $(a; b)$ (или принадлежащих некоторому открытому множеству комплексных чисел G), где $u \in \mathbb{R}$ ($z \in \mathbb{C}$), то имеет место разложение данного ряда по бесконечным диагоналям

$$\begin{aligned} \sum_{k,l=d_0}^{\infty} f_{k,l}(x) &= \sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{m=d_0}^{+\infty} f_{m+n,m}(x) + \sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=d_0}^{+\infty} f_{m,m+n}(x) \\ \left(\sum_{k,l=d_0}^{\infty} f_{k,l}(t) \right) &= \left(\sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{m=d_0}^{+\infty} f_{m+n,m}(t) + \sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=d_0}^{+\infty} f_{m,m+n}(t) \right) \end{aligned}$$

Доказательство. Учитывая то, что подобное разложение имеет место для числовых рядов [4] и, используя возможность предельного перехода под знаком суммы для равномерно сходящихся рядов, можно обобщить его на случай функциональных рядов действительного и комплексного переменного. Необходимость условия равномерной

сходимости очевидна, ибо в противном случае был бы недопустим предельный переход к некоторому x_0 , лежащему внутри интервала $(a; b)$ (или к некоторому t_0 , принадлежащему некоторому открытому множеству комплексных чисел G).

Заметим, что если ряд разделим по индексам, нам достаточно равномерная сходимость каждого ряда в отдельности [4].

5) Вычислим сумму двойного функционального ряда действительного переменного, разложив его по бесконечным диагоналям, $0 < x < 1$; $0 < y < 1$

$$\sum_{k,l=0}^{\infty} x^k y^l$$

Г. к. двойной ряд разделим по индексам

$$\sum_{k,l=0}^{\infty} x^k y^l = \sum_{k=0}^{\infty} x^k \times \sum_{l=0}^{\infty} y^l$$

И в заданных интервалах ряды сходятся равномерно, то допустимо разложение

$$\begin{aligned} \sum_{k,l=0}^{\infty} x^k y^l &= \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} x^{m+n} y^m + \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} x^m y^{m+n} \\ \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} x^{m+n} y^m &= \frac{1}{(1-x)(1-x \cdot y)} \\ \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} x^m y^{m+n} &= \frac{y}{(1-y)(1-x \cdot y)} \\ \sum_{k,l=0}^{\infty} x^k y^l &= \frac{1}{(1-x)(1-y)} \end{aligned}$$

Приведение разложения двойных функциональных комплексных рядов по бесконечным диагоналям к рядам лоранковского типа

Нами доказана справедливость данного разложения

$$\sum_{k,l=0}^{\infty} f_{k,l}(t) = \sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} f_{m+n,m}(t) + \sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} f_{m,m+n}(t)$$

Приведем формулу разложения двойных функциональных рядов комплексного переменного по бесконечным диагоналям к другому виду

Во второй сумме

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} f_{m,m+n}(t)$$

заменяем m на $m - n$

$$\sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=n}^{+\infty} f_{m-n,m}(t)$$

и n на $-n$

$$\sum_{n=-\infty}^{-1} \sum_{m=-n}^{+\infty} f_{m+n,m}(t)$$

Окончательно получаем разложение в следующем виде

$$\sum_{k,l=0}^{+\infty} f_{k,l}(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=p}^{+\infty} f_{m+n,m}(t)$$

$p = 0$ при $n \geq 0$ и $p = -n$ при $n < 0$

Если для разложения двойных функциональных рядов комплексного переменного по бесконечным диагоналям выполняется условие:

$$f_{m+n,m}(t - t_0) = \varphi_{m+n,m} \cdot (t - t_0)^n \text{ или}$$

$f_{m,m+n}(t - t_0) = \varphi_{m,m+n} \cdot (t - t_0)^n$, где $\varphi_{m+n,m}$; $\varphi_{m,m+n}$; t и t_0 — комплексные числа, то данное разложение есть разложение в ряд Лорана

$$\sum_{k,l=0}^{+\infty} f_{k,l}(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n \cdot (t - t_0)^n$$

где коэффициент c_n определяется следующим образом

$$c_n = \sum_{m=p}^{+\infty} \varphi_{m+n;m}$$

Заметим, что если $\varphi_{m+n;m} = \varphi_{m;m+n}$ для всех m и n , то

$$c_n = \sum_{m=0}^{+\infty} \varphi_{m+n;m} = \sum_{m=-n}^{+\infty} \varphi_{m;m+n}$$

Когда в разложении данное равенство будет иметь место, то будем полагать $p = 0$, ибо в таких случаях коэффициент c_n однозначно определяется для n и $-n$.

Если положить $t = t_0 + 1$, то будем иметь

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n$$

Далее будем рассматривать аналитически продолженные функции [2, с. 74].

б) Рассмотрим производящую функцию $e^{\frac{z}{2}(t-t^{-1})}$ для бесселевых функций [1, с. 14], где t и z — независимые комплексные переменные, $t \neq 0$

$$e^{\frac{z}{2}(t-t^{-1})} = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{z}{2}\right)^k \frac{t^k}{k!} \times \sum_{l=0}^{\infty} \left(\frac{z}{2}\right)^l \frac{(-1)^l}{l! t^l} = \sum_{k,l=0}^{\infty} \left(\frac{z}{2}\right)^{k+l} \frac{(-1)^l}{k! l!} \cdot t^{k-l}$$

Первый ряд в произведении сходится равномерно для всех конечных z и t по признаку Вейерштрасса [2, с. 21], ибо найдутся такие $|z_0| \geq |z|$ и $|t_0| \geq |t|$, при которых будет выполняться неравенство

$$\left| \left(\frac{z}{2}\right)^k \frac{t^k}{k!} \right| \leq \left| \left(\frac{z_0}{2}\right)^k \frac{t_0^k}{k!} \right|$$

Второй ряд сходится равномерно для всех z и t , за исключением $t = 0$, по признаку Вейерштрасса, ибо найдутся такие $|z_0| \geq |z|$ и $|t_1| \leq |t|$, при которых будет выполняться неравенство

$$\left| \left(\frac{z}{2} \right)^l \frac{(-1)^l}{l! t^l} \right| \leq \left| \left(\frac{z_0}{2} \right)^l \frac{(-1)^l}{l! t_1^l} \right|$$

Г. к. двойной ряд сходится равномерно и условие приведения разложения к ряду лорановского типа выполнено, то получаем

$$\begin{aligned} & \sum_{k,l=0}^{\infty} \left(\frac{z}{2} \right)^{k+l} \frac{(-1)^l}{k! l!} t^{k-l} = \\ = & \sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{(-1)^m}{m! (m+n)!} \left(\frac{z}{2} \right)^{2m+n} \cdot t^n + \sum_{n=-\infty}^{-1} \sum_{m=-n}^{+\infty} \frac{(-1)^m}{m! (m+n)!} \left(\frac{z}{2} \right)^{2m+n} \cdot t^n = \\ = & \sum_{n=0}^{+\infty} J_n(z) \cdot t^n + \sum_{n=-\infty}^{-1} J_n(z) \cdot t^n = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(z) \cdot t^n \end{aligned}$$

для целых $n \geq 0$ имеем

$$J_n(z) = \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{(-1)^m}{m! (m+n)!} \left(\frac{z}{2} \right)^{2m+n}$$

а для целых $n < 0$

$$J_n(z) = \sum_{m=-n}^{+\infty} \frac{(-1)^m}{m! (m+n)!} \left(\frac{z}{2} \right)^{2m+n}$$

7) Найдем сумму ряда, где z — независимая комплексная переменная

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(z)$$

Данный ряд можно представить в форме повторных рядов

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{(-1)^m}{m! (m+n)!} \left(\frac{z}{2} \right)^{2m+n} + \sum_{n=1}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{(-1)^n (-1)^m}{m! (m+n)!} \left(\frac{z}{2} \right)^{2m+n}$$

Они сходятся равномерно по признаку Вейерштрасса в силу того, что найдется такое $|z_0| \geq |z|$, при котором будут выполняться неравенства

$$\left| \frac{(-1)^m}{m!(m+n)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{2m+n} \right| \leq \left| \frac{(-1)^m}{m!(m+n)!} \left(\frac{z_0}{2}\right)^{2m+n} \right|$$

$$\left| \frac{(-1)^n(-1)^m}{m!(m+n)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{2m+n} \right| \leq \left| \frac{(-1)^n(-1)^m}{m!(m+n)!} \left(\frac{z_0}{2}\right)^{2m+n} \right|$$

В силу равномерной сходимости получаем

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=p}^{+\infty} \frac{(-1)^m}{m!(m+n)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{2m+n} = \sum_{k,l=0}^{\infty} \frac{(-1)^l}{k!l!} \left(\frac{z}{2}\right)^{k+l} =$$

$$= \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \left(\frac{z}{2}\right)^k \times \sum_{l=0}^{\infty} \frac{(-1)^l}{l!} \left(\frac{z}{2}\right)^l = e^z \cdot e^{-z} = 1$$

Или, используя свойство

$$J_{-n}(z) = (-1)^n J_n(z)$$

Имеем

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(z) = J_0(z) + \sum_{n=1}^{+\infty} (J_n(z) + (-1)^n J_n(z)) = J_0(z) + \sum_{n=1}^{+\infty} J_n(z) (1 + (-1)^n) =$$

$$= J_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{+\infty} J_{2n}(z) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_{2n}(z) =$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{1}{(2m)!(2m+2n)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{4m+2n} -$$

$$- \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{1}{(2m+1)!(2m+2n+1)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{4m+2n+2} = \operatorname{ch}^2 \frac{z}{2} - \operatorname{sh}^2 \frac{z}{2} = 1$$

Где ряды, полученные разделением четных и нечетных индексов m , очевидно, есть разложения

$$\operatorname{ch}^2 \frac{z}{2} = \sum_{k,l=0}^{\infty} \frac{1}{(2k)!(2l)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{2k+2l} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{1}{(2m)!(2m+2n)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{4m+2n}$$

$$\operatorname{sh}^2 \frac{z}{2} = \sum_{k,l=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)!(2l+1)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{2k+2l+2} =$$

$$= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=0}^{+\infty} \frac{1}{(2m)!(2m+2n+1)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{4m+2n+2}$$

Хотя, мы могли бы найти эту сумму из примера 6) путем предельного перехода под знаком суммы при $t \rightarrow 1$, что, очевидно, правомерно в силу его равномерной сходимости.

8) Представим функции $e^{\frac{z}{2}(t+\alpha^2 t^{-1})}$ и e^z в форме произведения двух рядов и разложим полученные двойные ряды по бесконечным диагоналям, t, z, α — *независимые комплексные переменные*, $t \neq 0$, $\alpha \neq 0$

$$e^{\frac{z}{2}(t+\alpha^2 t^{-1})} = e^{\frac{\alpha z}{2} \left(\frac{t}{\alpha}\right)} \cdot e^{\frac{\alpha z}{2} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{-1}} = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{\alpha z}{2}\right)^k \frac{1}{k!} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^k \times \sum_{l=0}^{\infty} \left(\frac{\alpha z}{2}\right)^l \frac{1}{l!} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{-l}$$

Первый ряд в произведении сходится равномерно для всех t, z, α по признаку Вейерштрасса, ибо найдутся такие $|z_0| \geq |z|$, $|t_0| \geq |t|$, при которых будет выполняться неравенство

$$\left| \left(\frac{\alpha z}{2}\right)^k \frac{1}{k!} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^k \right| \leq \left| \left(\frac{\alpha z_0}{2}\right)^k \frac{1}{k!} \left(\frac{t_0}{\alpha}\right)^k \right|$$

Второй ряд сходится равномерно для всех t, z, α , за исключением $t_1 = 0$, по признаку Вейерштрасса, ибо найдутся такие $|z_0| \geq |z|$, $|t_1| \leq |t|$, $|\alpha_0| \geq |\alpha|$, при которых будет выполняться неравенство

$$\left| \left(\frac{\alpha z}{2}\right)^l \frac{1}{l!} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{-l} \right| \leq \left| \left(\frac{\alpha_0 z_0}{2}\right)^l \frac{1}{l!} \left(\frac{t_0}{\alpha_0}\right)^{-l} \right|$$

Т. к. двойной ряд сходится равномерно и условие приведения разложения к ряду лорановского типа выполнено, то получаем

$$\begin{aligned} \sum_{k,l=0}^{\infty} \frac{1}{k!l!} \left(\frac{\alpha z}{2}\right)^{k+l} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{k-l} &= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=p}^{+\infty} \frac{1}{m!(m+n)!} \left(\frac{\alpha z}{2}\right)^{2m+n} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^n = \\ &= \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_n(\alpha z) \cdot \left(\frac{t}{\alpha}\right)^n \end{aligned}$$

И для другой функции

$$e^z = e^{\frac{z}{2}} \cdot e^{\frac{z}{2}} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} \left(\frac{z}{2}\right)^k \times \sum_{l=0}^{\infty} \frac{1}{l!} \left(\frac{z}{2}\right)^l$$

Оба ряда сходятся равномерно для всех конечных z по признаку Вейерштрасса, ибо найдется такое $|z_0| \geq |z|$, при котором будет выполняться неравенство

$$\left| \frac{1}{k!} \left(\frac{z}{2}\right)^k \right| \leq \left| \frac{1}{k!} \left(\frac{z_0}{2}\right)^k \right|$$

Получаем

$$\sum_{k,l=0}^{\infty} \frac{1}{k!l!} \left(\frac{z}{2}\right)^{k+l} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \sum_{m=p}^{\infty} \frac{1}{m!(m+n)!} \left(\frac{z}{2}\right)^{2m+n} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_n(z)$$

Хотя данное разложение можно было получить, из первого, перейдя в нем к пределу под знаком суммы при $t \rightarrow 1$ и $\alpha \rightarrow 1$, что правомерно, в силу установленной выше равномерной сходимости.

Получили разложения

$$e^{\frac{z}{2}(t+\alpha^2 t^{-1})} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_n(\alpha z) \cdot \left(\frac{t}{\alpha}\right)^n e^z = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_n(z)$$

Первая функция есть производящая функция для функций Инфельда [1, с. 17]. Условие приведения разложения двойного ряда по бесконечным диагоналям к ряду лорановского типа, очевидно, выполнено.

Второе разложение — есть разложение комплексной экспоненциальной функции по функциям Инфельда. Заметим, что разложение верно и для экспоненциальной функции действительной переменной.

9) Выполним для производящей функции для функций Инфельда некоторые преобразования

$$e^{\frac{z}{2}(t+\alpha^2 t^{-1})} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_n(\alpha z) \cdot \left(\frac{t}{\alpha}\right)^n = I_0(\alpha z) + \sum_{n=1}^{+\infty} I_n(\alpha z) \cdot \left[\left(\frac{t}{\alpha}\right)^n + \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{-n} \right]$$

При $\alpha = 1$ и $t = e^{i\varphi}$ получаем формулу

$$e^{z \cos \varphi} = I_0(z) + \sum_{n=1}^{\infty} I_n(z) (e^{in\varphi} + e^{-in\varphi}) = I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_n(z) \cos(n\varphi)$$

При $t = \frac{e^{i\varphi}}{i}$ получаем

$$\begin{aligned} e^{z \sin \varphi} &= I_0(z) + \sum_{n=1}^{\infty} I_n(z) \left(\frac{e^{in\varphi}}{i^n} + i^n e^{-in\varphi} \right) = \\ &= I_0(z) + \sum_{n=1}^{\infty} I_n(z) \frac{1}{i^n} (e^{in\varphi} + (-1)^n e^{-in\varphi}) = \\ &= I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{2n}(z) \frac{1}{(-1)^n} \cos(2n\varphi) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{2n-1}(z) \frac{1}{(-1)^n} \sin[(2n-1)\varphi] = \\ &= I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n}(z) \cos(4n\varphi) - 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n-2}(z) \cos[(4n-2)\varphi] + \\ &\quad + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n-1}(z) \sin[(4n-1)\varphi] - 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n-3}(z) \sin[(4n-3)\varphi] \end{aligned}$$

При $t = ie^{i\varphi}$

$$\begin{aligned} e^{-z \sin \varphi} &= I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_n(z) \left(i^n e^{in\varphi} + \frac{1}{i^n} e^{-in\varphi} \right) = \\ &= I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_n(z) i^n \left(e^{in\varphi} + \frac{1}{(-1)^n} e^{-in\varphi} \right) = \\ &= I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{2n}(z) (-1)^n \cos(2n\varphi) - 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{2n-1}(z) (-1)^n \sin[(2n-1)\varphi] = \\ &= I_0(z) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n}(z) \cos(4n\varphi) - 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n-2}(z) \cos[(4n-2)\varphi] - \\ &\quad - 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n-1}(z) \sin[(4n-1)\varphi] + 2 \sum_{n=1}^{\infty} I_{4n-3}(z) \sin[(4n-3)\varphi] \end{aligned}$$

Отсюда следует, что первые три слагаемые четны, а два последующие — нечетны.

Список литературы:

1. Бейтмен Г., А. Эрдейн Высшие трансцендентные функции. Функции Бесселя, функции параболического цилиндра, ортогональные многочлены. — М.: наука, 1966. — 296 с.: ил. — (серия: «справочная математическая литература»).
2. Евграфов М.А. Аналитические функции: учеб. пособие. 4-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2008. — 448 с. — (Учебники для вузов. Специальная книга).
3. Корнеев А.А. Разложение S-кратных рядов по бесконечным диагоналям для двух и трех индексов // Теория и практика современной науки: мат-лы V Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. Т. 1. — М.: Спецкнига, 2012.
4. Корнеев А.А. Обобщение теории двойных рядов Прингсгейма // Тенденции развития естественных и математических наук: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., 2013.

РАЗЛОЖЕНИЕ ДВОЙНЫХ И ТРОЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПО БЕСКОНЕЧНЫМ ДИАГОНАЛЯМ

Корнеев Антон Александрович

*студент 3 курса, факультет точных наук
и инновационных технологий МГГУ им. Шолохова,
г. Москва*

E-mail: predsedatel_2012@mail.ru

Дорошкевич Ольга Александровна

*канд. физ.-мат. наук, научный руководитель,
доцент МГГУ им. Шолохова,
г. Москва*

Вывод разложения двойных интегралов по бесконечным диагоналям

В контексте разложения двойных и тройных рядов по бесконечным диагоналям [1, с. 61], возникает задача, которая заключается в обобщении данной теории на случай несобственных интегралов.

Пусть в бесконечной прямоугольной области $P = [a_1, +\infty; a_2, +\infty]$ задана некоторая интегрируемая (в Римановом смысле) функция двух переменных $f(x; y)$, для которой существует конечный двойной несобственный интеграл

$$\iint_{(P)} f(x; y) dP$$

Предполагается, что переменные x и y стремятся к бесконечности по множеству действительных чисел, начиная с a_1 и a_2 независимо друг от друга.

Матрица значений, которые принимают переменные, выглядит следующим образом (здесь мы полагаем, что $a_1 = a_2 = a = 0$):

$$\begin{pmatrix} (0;0) & \dots & (1;0) & \dots & (2;0) & \dots & (3;0) & \dots & \dots & \dots & (x;0) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0;1) & \dots & (1;1) & \dots & (2;1) & \dots & (3;1) & \dots & \dots & \dots & (x;1) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0;2) & \dots & (1;2) & \dots & (2;2) & \dots & (3;2) & \dots & \dots & \dots & (x;2) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0;3) & \dots & (1;3) & \dots & (2;3) & \dots & (3;3) & \dots & \dots & \dots & (x;3) & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ (0;y) & \dots & (1;y) & \dots & (2;y) & \dots & (3;y) & \dots & \dots & \dots & (x;y) & \dots \\ \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Её следует понимать в смысле $R^+ \times R^+$.
 По главной бесконечной диагонали имеем

$$(0; 0), \dots, (1; 1), \dots, (2; 2), \dots, (3; 3), \dots, \dots, \dots, (\mu; \mu), \dots$$

Над главной бесконечной диагональю имеем бесконечные диагонали

$$\begin{aligned} &(1; 0), \dots, (2; 1), \dots, (3; 2), \dots, (4; 3), \dots, \dots, \dots, (\mu + 1; \mu), \dots \\ &(2; 0), \dots, (3; 1), \dots, (4; 2), \dots, (5; 3), \dots, \dots, \dots, (\mu + 2; \mu), \dots \\ &(3; 0), \dots, (4; 1), \dots, (5; 2), \dots, (6; 3), \dots, \dots, \dots, (\mu + 3; \mu), \dots \end{aligned}$$

и т. д.

Подобным же образом определяются бесконечные диагонали, лежащие под главной бесконечной диагональю

$$\begin{aligned} &(0; 1), \dots, (1; 2), \dots, (2; 3), \dots, (3; 4), \dots, \dots, \dots, (\mu; \mu + 1), \dots \\ &(0; 2), \dots, (1; 3), \dots, (2; 4), \dots, (3; 5), \dots, \dots, \dots, (\mu; \mu + 2), \dots \\ &(0; 3), \dots, (1; 4), \dots, (2; 5), \dots, (3; 6), \dots, \dots, \dots, (\mu; \mu + 2), \dots \end{aligned}$$

и т. д.

Если каждую бесконечную диагональ матрицы записать построчно, то матрица примет следующий вид

$$\left(\begin{array}{cccccccc}
 \dots & \dots \\
 (0 + \eta; 0) & \dots & (1 + \eta; 1) & \dots & (2 + \eta; 2) & \dots & (3 + \eta; 3) & \dots \dots \dots (\mu + \eta; \mu) \dots \\
 \dots & \dots \\
 \dots & \dots \\
 (3; 0) & \dots & (4; 1) & \dots & (5; 2) & \dots & (6; 3) & \dots \dots \dots (\mu + 3; \mu) \dots \\
 \dots & \dots \\
 (2; 0) & \dots & (3; 1) & \dots & (4; 2) & \dots & (5; 3) & \dots \dots \dots (\mu + 2; \mu) \dots \\
 \dots & \dots \\
 (1; 0) & \dots & (2; 1) & \dots & (3; 2) & \dots & (4; 3) & \dots \dots \dots (\mu + 1; \mu) \dots \\
 \dots & \dots \\
 (0; 0) & \dots & (1; 1) & \dots & (2; 2) & \dots & (3; 3) & \dots \dots \dots (\mu; \mu) \dots \\
 \dots & \dots \\
 (0; 1) & \dots & (1; 2) & \dots & (2; 3) & \dots & (3; 4) & \dots \dots \dots (\mu; \mu + 1) \dots \\
 \dots & \dots \\
 (0; 2) & \dots & (1; 3) & \dots & (2; 4) & \dots & (3; 5) & \dots \dots \dots (\mu; \mu + 2) \dots \\
 \dots & \dots \\
 (0; 3) & \dots & (1; 4) & \dots & (2; 5) & \dots & (3; 6) & \dots \dots \dots (\mu; \mu + 3) \dots \\
 \dots & \dots \\
 \dots & \dots \\
 (0; 0 + \eta) & \dots & (1; 1 + \eta) & \dots & (2; 2 + \eta) & \dots & (3; 3 + \eta) & \dots \dots \dots (\mu; \mu + \eta) \dots \\
 \dots & \dots
 \end{array} \right)$$

Поэтому, область интегрирования, которая представляет собой бесконечный прямоугольник в двойном несобственном интеграле, может быть разбита на две области, представляющие собой бесконечные прямоугольники. Здесь для $a_1 = a_2 = a$ получаем формулу разложения двойных интегралов по бесконечным диагоналям

$$\iint_{(P)} f(x; y) dP = \int_a^\infty d\mu \int_0^\infty f(\mu + \eta; \mu) d\eta + \int_a^\infty d\mu \int_0^\infty f(\mu; \mu + \eta) d\eta$$

Заменяя x на $x + a_1$ и y на $y + a_2$, для $a_1 > a_2$ и $a_2 > a_1$ получаем

$$\begin{aligned}
 & \iint_{(P)} f(x; y) dP = \\
 & = \int_0^\infty d\mu \int_0^\infty f(\mu + \eta + a_1; \mu + a_2) d\eta + \int_0^\infty d\mu \int_0^\infty f(\mu + a_1; \mu + \eta + a_2) d\eta
 \end{aligned}$$

Свойства разложения

Если функция симметрична $f(x; y) = f(y; x)$ и $a_1 = a_2 = a$, то

$$\iint_{(P)} f(x; y) dP = 2 \int_a^\infty d\mu \int_0^\infty f(\mu; \mu + \eta) d\eta$$

Если функция кососимметрична $f(x; y) = -f(y; x)$ и $a_1 = a_2 = a$, то

$$\iint_{(P)} f(x; y) dP = 0$$

Рассмотрим примеры, где путем приведения к одной бесконечной прямоугольной области интегрирования, повторные интегралы сводятся к более простым

10) $\alpha > 1$

$$\int_0^\infty d\mu \int_1^\infty \frac{d\eta}{(\mu + \eta)^\alpha \mu^\alpha} = \frac{1}{2} \int_1^\infty dy \int_1^\infty \frac{dx}{x^\alpha y^\alpha} = \frac{1}{2(\alpha - 1)^2}$$

11) $\beta \in R$

$$\int_0^\infty d\mu \int_\beta^\infty \frac{d\eta}{e^{2\mu + \eta}} = \frac{1}{2} \int_\beta^\infty dy \int_\beta^\infty \frac{dx}{e^x e^y} = \frac{1}{2e^{2\beta}}$$

12)

$$\int_0^\infty d\mu \int_1^\infty \frac{d\eta}{(\mu + \eta)\mu\sqrt{(\mu + \eta - 1)(\mu - 1)}} = \frac{1}{2} \int_1^\infty dy \int_1^\infty \frac{dx}{xy\sqrt{(x - 1)(y - 1)}} = \frac{\pi^2}{2}$$

13)

$$\int_0^\infty d\mu \int_0^\infty \frac{\sin(\mu + \eta) \sin \mu}{(\mu + \eta)\mu} d\eta = \frac{1}{2} \int_0^\infty dy \int_0^\infty \frac{\sin x \sin y}{xy} dx = \frac{\pi^2}{8}$$

Вывод разложения тройных интегралов по бесконечным диагоналям для трех переменных

Рассмотрим сходящийся тройной интеграл, заданный в области $V = [a_1, +\infty; a_2, +\infty; a_3, +\infty]$

$$\iiint_{(V)} f(x; y; z) dV$$

Для $a_1 = 0; a_2 = 0; a_3 = 0$ составим матрицу, где каждая строчка есть главная бесконечная диагональ матриц

$$\left(\begin{array}{cccccccc} (0; 0; 0) & \dots & (1; 1; 0) & \dots & (2; 2; 0) & \dots & (3; 3; 0) & \dots & \dots & \dots & (x; y; 0) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 1) & \dots & (1; 1; 1) & \dots & (2; 2; 1) & \dots & (3; 3; 1) & \dots & \dots & \dots & (x; y; 1) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 2) & \dots & (1; 1; 2) & \dots & (2; 2; 2) & \dots & (3; 3; 2) & \dots & \dots & \dots & (x; y; 2) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 3) & \dots & (1; 1; 3) & \dots & (2; 2; 3) & \dots & (3; 3; 3) & \dots & \dots & \dots & (x; y; 3) & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; z) & \dots & (1; 1; z) & \dots & (2; 2; z) & \dots & (3; 3; z) & \dots & \dots & \dots & (x; y; z) & \dots \\ \dots & \dots \end{array} \right)$$

Если каждую бесконечную диагональ матрицы записать построчно, то матрица примет следующий вид

$$\left(\begin{array}{cccccccc} \dots & \dots \\ \dots & \dots & (1 + \rho; 1 + \rho; 1) & \dots & (2 + \rho; 2 + \rho; 2) & \dots & (3 + \rho; 3 + \rho; 3) & \dots & \dots & \dots & (\mu + \rho; \mu + \rho; \mu) & \dots \\ \dots & \dots \\ (3; 3; 0) & \dots & (4; 4; 1) & \dots & (5; 5; 2) & \dots & (6; 6; 3) & \dots & \dots & \dots & (\mu + 3; \mu + 3; \mu) & \dots \\ \dots & \dots \\ (2; 2; 0) & \dots & (3; 3; 1) & \dots & (4; 4; 2) & \dots & (5; 5; 3) & \dots & \dots & \dots & (\mu + 2; \mu + 2; \mu) & \dots \\ \dots & \dots \\ (1; 1; 0) & \dots & (2; 2; 1) & \dots & (3; 3; 2) & \dots & (4; 4; 3) & \dots & \dots & \dots & (\mu + 1; \mu + 1; \mu) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 0) & \dots & (1; 1; 1) & \dots & (2; 2; 2) & \dots & (3; 3; 3) & \dots & \dots & \dots & (\mu; \mu; \mu) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 1) & \dots & (1; 1; 2) & \dots & (2; 2; 3) & \dots & (3; 3; 4) & \dots & \dots & \dots & (\mu; \mu; \mu + 1) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 2) & \dots & (1; 1; 3) & \dots & (2; 2; 4) & \dots & (3; 3; 5) & \dots & \dots & \dots & (\mu; \mu; \mu + 2) & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; 3) & \dots & (1; 1; 4) & \dots & (2; 2; 5) & \dots & (3; 3; 6) & \dots & \dots & \dots & (\mu; \mu; \mu + 3) & \dots \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ (0; 0; \rho) & \dots & (1; 1; 1 + \rho) & \dots & (2; 2; 2 + \rho) & \dots & (3; 3; 3 + \rho) & \dots & \dots & \dots & (\mu; \mu; \mu + \rho) & \dots \\ \dots & \dots \end{array} \right)$$

Отсюда получаем сумму повторных интегралов для главных бесконечных диагоналей

$$\int_0^{\infty} d\mu \int_0^{\infty} f(\mu + a_1; \mu + a_2; \mu + \rho + a_3) d\rho + \\ + \int_0^{\infty} d\mu \int_0^{\infty} f(\mu + \rho + a_1; \mu + \rho + a_2; \mu + a_3) d\rho$$

Таким образом, тройной повторный интеграл приводится к двум двойным повторным интегралам. Проинтегрировав их как двойные повторные интегралы по бесконечным диагоналям, приходим к формуле разложения тройных интегралов по бесконечным диагоналям для трех переменных

$$\int_{a_3}^{\infty} dz \int_{a_2}^{\infty} dy \int_{a_1}^{\infty} f(x; y; z) dx = \\ = \int_0^{\infty} d\mu \int_0^{\infty} d\rho \int_0^{\infty} f(\mu + \eta + a_1; \mu + a_2; \mu + \rho + a_3) d\eta + \\ + \int_0^{\infty} d\mu \int_0^{\infty} d\rho \int_0^{\infty} f(\mu + a_1; \mu + \eta + a_2; \mu + \rho + a_3) d\eta + \\ + \int_0^{\infty} d\mu \int_0^{\infty} d\rho \int_0^{\infty} f(\mu + \rho + \eta + a_1; \mu + \rho + a_2; \mu + a_3) d\eta + \\ + \int_0^{\infty} d\mu \int_0^{\infty} d\rho \int_0^{\infty} f(\mu + \rho + a_1; \mu + \rho + \eta + a_2; \mu + a_3) d\eta$$

Список литературы:

1. Корнеев А.А. Разложение S-кратных рядов по бесконечным диагоналям для двух и трех индексов // Теория и практика современной науки: мат-лы V Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 т. Т. 1. — М.: Спецкнига, 2012.

1.2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

АЛГОРИТМ ТЕРМИНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С ТРЕМЯ НУЛЕВЫМИ ПОЛЮСАМИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ПОМЕХ

Кучеров Дмитрий Павлович

*д-р техн. наук, с.н.с., профессор, НАУ,
г. Киев, Украина*

E-mail: d_kucherov@ukr.net

Козуб Андрей Николаевич

*канд. техн. наук, с.н.с., доцент, НАУ,
г. Киев, Украина*

E-mail: kozubtanja@rambler.ru

Введение. Методам и алгоритмам управления, позволяющим обеспечить высокую точность управления в ограниченное время, в последнее время в научной литературе уделяется значительное внимание. К таким методам относятся и методы терминального управления, позволяющие реализовать перевод объекта из произвольной точки пространства в заданную за минимальное время.

В работах по теории автоматического управления эта задача для систем с полностью известной информацией о постоянных параметрах системы формулируется, как задача о максимальном быстродействии. Строгое доказательство существования закона управления и формулировка необходимых и достаточных условий существования решения задачи представлено в работах советского ученого Л.С. Понтрягина и его последователей [1, 6]. Предлагаемый этими учеными подход предполагает решение во временной области. Как известно, управляющее воздействие имеет кусочно-непрерывный (импульсный) характер и знакопеременно. Инженерный подход к решению задачи максимального быстродействия основан на представлении динамической системы в фазовой плоскости и характере закона, данный подход связывают с именем А.А. Фельдбаума [8].

К сожалению, оптимистические прогнозы относительно первых удач в области поиска решений для известных динамических систем столкнулись с рядом непреодолимых трудностей. Прежде всего, такие трудности вызваны возможностью получения удовлетворительных решений для динамических систем, порядок которых выше второго. Классический пример динамической системы с двумя нулевыми полюсами, называемой в литературе двойным интегратором, имеет ограниченное применение. Реальные системы инерционны, характеризуются запаздываниями, имеют более сложную математическую модель, точные параметры которой могут быть неизвестны, фазовые координаты измеряются с помехами, расчет управляющего воздействия производится с различного рода вычислительными ошибками, в результате чего система может совершать малые колебания в окрестности области цели.

Системы, построенные на принципе управления в фазовом пространстве, обладающие более высокой точностью по сравнению с теми, которые построены во временной области, что характерно для замкнутых систем. Следствием такого подхода являются скользящие режимы, которые в общем случае являются нежелательными [7]. Современными исследователями предлагаются различные подходы для преодоления возникающих трудностей. Так в [3], эта задача решается методами обратных задач динамики, приводя исходную сложную модель к модели второго порядка с дальнейшим упрощением, сводя, в конечном счете, ее к модели с законом управления для двойного интегратора. Очевидно, что это может быть применимым в случаях, когда требований к высокой точности динамических систем не предъявляется. Более перспективный подход, развиваемый сравнительно недавно предлагается в работах [9—12], основывается на комбинированном управлении, при котором закон управления состоит из двух частей, каждая из которых работает в своем диапазоне ошибок измерения. При этом импульсный характер управления имеет место в диапазоне больших ошибок, а в диапазоне незначительных ошибок использован пропорциональный закон управления. Это позволяет повысить точность работы системы, а также исключить в реализуемой системе значительных временных затрат на управление и малых колебаний в окрестности области цели [7, 8].

Однако, для систем со сложной динамикой модель двойного интегратора не является пригодной, ввиду наличия ошибок в системах с возможными ускорениями. В задачах, где требуется обеспечить нулевую ошибку при постоянном ускорении при определении закона управления целесообразно использовать модель тройного интегратора.

Описание модели тройного интегратора впервые, по нашим данным, было представлено в работе [13], некоторые вопросы управления изучались [2, 5].

Закон управления тройным интегратором с единичным коэффициентом усиления был представлен А.А. Фельдбаумом в работе [8] без каких-либо подтверждений, а с произвольным коэффициентом усиления в работах американских ученых [9, 12]. В этих работах предполагается, что поверхность переключения имеет вид пласта некоторой толщины, в котором закон управления становится пропорционального вида. Некоторые вопросы управления моделью тройного интегратора представлены в [5].

В статье предполагается обобщение работ [5, 8, 9, 12] и новые результаты решения данной задачи для случая, когда коэффициенты тройного интегратора разные в отличие от [9, 12], где интегратор имеет только один коэффициент усиления, область цели имеет вид эллипса, а также— исследуются вопросы наиболее существенного влияния помех - по каналам измерения фазовых координат в отличие от [12], где исследован случай наличия возмущений в канале управления.

Постановка задачи. Пусть имеется динамическая система, которая в динамике характеризуется нулевой ошибкой при постоянном ускорении [13]. Схематически эта система представляется цепью трех последовательно соединенных интеграторов и контролера, управляющего этой цепью. Предполагается, что контроллер обеспечивает отработку динамическим объектом требуемой траектории, изменяющейся по линейному закону, т. е.

$$r(t) = at^2 + bt + c, \quad (1)$$

где: $a > 0$, $b, c \geq 0$ известные параметры входной величины. Предполагается также, что начальное состояние динамической системы не совпадает с заданной траекторией движения. Система управления должна обеспечить выход на траекторию и нахождение на ней в пределах времени управления. Для этого контроллер должен сформировать закон управления $u(t)$ с учетом знания выходной величины и ее производных, а также производных входной величины $r(t)$. Схема такой системы может быть представлена на рис. 1.

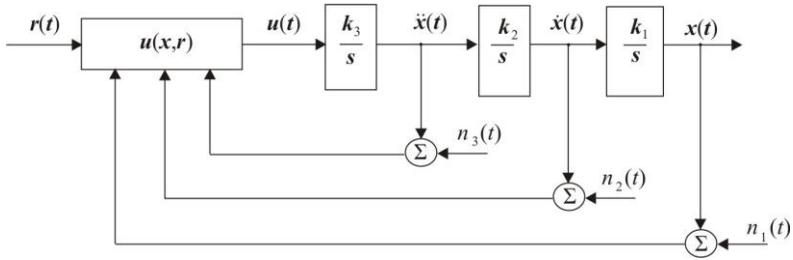


Рисунок 1. Структура системы с тройным интегратором и шумами в каналах измерения

На рис.1 введены следующие обозначения: $r(t)$ и $u(t)$ — входной и выходной сигналы контроллера, $x(t)$ — представляет выходную величину системы, а $\dot{x}(t)$ и $\ddot{x}(t)$ — являются первой и второй производными выходной величины. Предполагается, что коэффициенты передачи интеграторов k_i не одинаковы, отличны от единицы, известно, что они могут находиться в интервалах

$$0 < \underline{k}_i \leq k_i \leq \bar{k}_i. \quad (2)$$

Измерение фазовых координат системы x_i производится на фоне мешающих шумов, статистическая природа которых либо неизвестна, либо недостаточно времени на их изучение, а известны только уровни N_{i_s} , которыми они ограничены, а именно,

$$\dot{x}'_i(t) = x_i(t) + n_i(t), \quad (3)$$

где: $n_i(t)$ — шумы в каналах измерения, $|n_i(t)| \leq N_{i_{max}}$.

Тогда система, представленная на рис.1, может быть описана такой системой уравнений

$$\begin{aligned} \dot{e}_1(t) &= k_1 e_2(t), \\ \dot{e}_2(t) &= k_2 e_3(t), \\ \dot{e}_3(t) &= k_3 u(t), \end{aligned} \quad (4)$$

в которой e_1, e_2, e_3 — отклонения выходной величины, ее первой и второй производных от задания соответственно, т. е.

$$\begin{aligned} e_1 &= r(t) - x'(t), \quad e_2 = \dot{r}(t) - \dot{x}'(t), \quad e_3 = \ddot{r}(t) - \ddot{x}'(t); \\ u(t) &= \ddot{\ddot{r}}(t) - \ddot{\ddot{x}}'(t). \end{aligned} \quad (5)$$

Для системы (4) считаются заданными начальное состояние $e(t_0)=e_0$ в момент времени $t_0=0$, определяемое координатами

$e(0) = (e_{10}, e_{20}, e_{30})$, и конечное $e(t_k)=e_k$ в момент $t=t_k$, где $e_k \in \Omega$, а Ω — область достижимости. Для обеспечения требования минимальности времени выхода t_{min} динамической системы (4)

на заданную траекторию (1), т. е. $\Delta t = (t_k - t_0) = \min$ и $e_k \in \Omega$ будем рассматривать (4) как терминальную динамическую систему с минимальным временем перехода в конечное состояние.

В статье ставится и решается задача синтеза закона управления динамической системой (4), представляющей последовательность трех интеграторов с коэффициентами передачи k_i , заданными соотношениями (2), по информации об отклонениях измерения фазовых координат системы (3), (5) в условиях ограниченных помех.

Управление с полностью известными параметрами.

Для обеспечения минимальности времени управления в случае известных параметров системы задачу управления следует рассматривать как оптимальную по быстродействию. Закон оптимального управления объектом (4), обеспечивающий заданную динамику системы без помех, выбирается в форме

$$u(e) = \begin{cases} \text{sign}(f_1(e)), & \text{если } f_1(e) \neq 0, \\ \text{sign}(f_2), & \text{если } f_1(e) = 0, f_2 \neq 0, \\ \text{sign}(f_3), & \text{если } f_1(e) = 0, f_2 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

В уравнении (6) приняты обозначения

$$f_1(e) = -e_1 - c_1 e^3 - c_2 f_2 e_2 e_3 - c_3 f_2 m^{3/2}, \quad (7)$$

$$f_2 = -\text{sign}(e_2 + \text{sign}(e_3)e_3^2), \quad (8)$$

$$m = (0.5e_3^2 - c_4 f_2 e_2), \quad (9)$$

$$f_3 = e_3, \quad (10)$$

а коэффициенты c_1, c_2, c_3, c_4

$$\begin{aligned} c_1 &= k_1/k_3, \quad c_2 = k_1 k_2 / (3k_3^2), \quad c_3 = k_1/k_3 = c_1, \\ c_4 &= k_3/k_2 = c_1/c_2. \end{aligned} \quad (11)$$

Функция $f_1(e)$ в пространстве $e \in \mathcal{R}^3$ представляет гиперповерхность (рис. 2), разделяющую пространство управлений $u(e)$ на два возможных полупространства u_+ и u_- , т. е. $u(e) = u_+ \cup u_-$. Закон управления (6) обеспечивает движение объекта из состояния e_0 в состояние $e_k = 0$. В данном случае конечная цель движения объекта — начало координат, точка с координатами $(0, 0, 0)$.

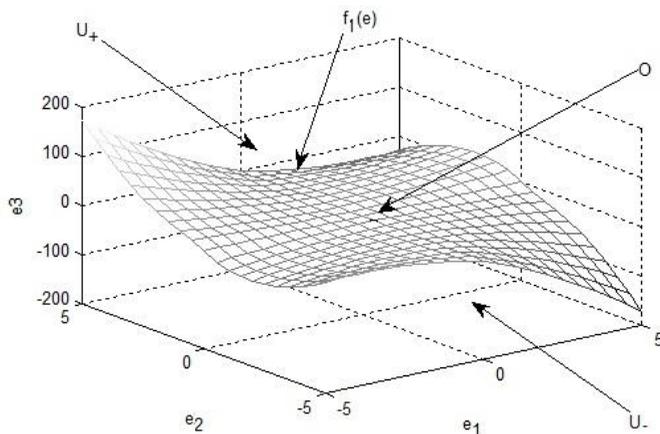


Рисунок 2. Вид функции $f_1(e)$ в фазовом пространстве e_1, e_2, e_3

Движение фазовой точки происходит по некоторой кусочно-гладкой траектории, которая ведет объект из произвольной начальной точки заданного фазового пространства в начало координат. Минимальность во времени достигается чередованием знака управляющего воздействия в моменты пересечения гиперповерхности $f_1(e)$ и f_3 . Максимальное число интервалов управления для решения поставленной задачи не превосходит трех, что полностью согласуется

с теоремой об n -интервалах А.А. Фельдбаума. Уравнения (6)—(9) совпадают с уравнениями (33)—(35) из [9] в случае, если принять коэффициенты $k_1=k_2=1$, а $k_3=K$, как и должно быть.

Управление в условиях помех. Анализ численного решения задачи с использованием ПЭВМ приводит к необходимости учета ошибок квантования и округления, которые имеют место при расчетах на вычислительных машинах с конечной разрядной сеткой, действие которых сводится к появлению бесконечных циклов в окрестности начала координат. Исключение их влияния приводит к необходимости введения в окрестности начала координат некоторой области Ω_{ϵ} , где действие управления прекращается, имеет смысл назвать областью достижимости. В [9] предлагается введение области Ω_{ϵ} в виде пласта, получаемого смещением поверхности $f_1(e)$ по координате e_1 на величину ϵ относительно начала координат как в положительную, так и отрицательную стороны, а в [12] область Ω предлагается представить в виде эллипса

$$e^T P e = \kappa, \quad (12)$$

где: P — положительно-определенная матрица,
 $\kappa > 0$ — число, графический вид которого представлен на рис. 3.

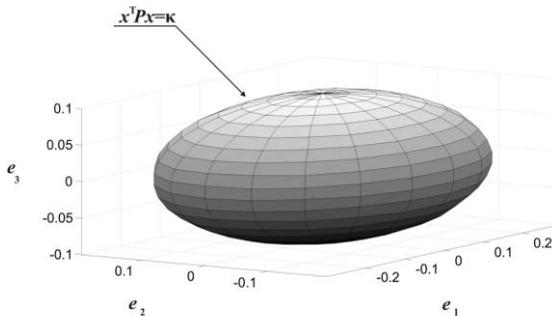


Рисунок 3. Эллипсоидальная область в алгоритме управления

Будем предполагать, что динамика динамической системы с рассматриваемой областью достижимости характеризуется приемлемой точностью, для которой ошибка системы не превышает вычислительную точность системы. Условием успешного решения задачи является необходимость фиксации фазовых координат

в эллипсе. Алгоритм фиксации заключается в контроле всех фазовых координат в эллипсе, т. е. если $e = \{e_1, e_2, e_3\} \in \Omega_u$, где Ω_u — область достижимости, а значит, цель управления достигнута.

В случае, когда движение динамической системы происходит в условиях воздействия помех, динамика объекта управления может существенно изменяться так, что будут происходить ложные смены знака управляющего воздействия контроллером, заикливание системы управления, что приводит к преждевременному износу исполнительской части системы. Исследования показали, наибольшее воздействие на динамику объекта оказывают помехи n_i , где $i=1\dots 3$ номер канала, возникающие в каналах измерения фазовых координат.

Наибольший интерес у исследователей [4] вызывают помехи, статистическая природа которых априори неизвестна, что имеет место в случаях, когда у исследователя недостаточно времени для изучения ее статистических свойств или же это помеха «играющего» типа [4]. К известной информации следует относить только уровень N , которым эта помеха ограничена. Блокировать действие помехи возможно только лишь в том случае, когда фазовые координаты объекта гарантированно находятся в области определенного знака сигнала управления. Это достигается целенаправленным сдвигом измеренных координат фазовой точки в глубину области действующего в данный момент знака (в сторону от $f_1(e)$) на величину уровня помехи N . При этом сама фазовая точка динамического объекта сдвигается на величину $N\sqrt{3}$ относительно своего текущего положения. Переключение в этом случае происходит при гарантированном нахождении фазовых координат объекта в области действия другого знака управления. С учетом этого замечания закон управления может быть переписан в виде, в котором значения $e(t)$ фазовых координат в (6) заменяются на их сдвинутые величины

$$e'_i = e_i - N. \quad (13)$$

Сдвиги фазовых координат (12) приведут в свою очередь к расширению области Ω , форма области достижимости та же

$$e^T P' e = \kappa' \quad (14)$$

где: $\kappa' > \kappa$.

Модифицированный закон управления. При одновременном удовлетворении показателей системы управления как по времени управления, так и по точности целесообразность в терминальном управлении возникает только лишь при больших отклонениях, когда начальное значение фазовой траектории находится вне области Ω для приведения фазовой точки в эту область и обеспечения попадания в область достижимости Ω . Далее задача решается, используя иной закон управления, например, пропорциональный, т. е.

$$u_{\text{пр}}(e) = Ae, \quad (15)$$

где: A — вектор коэффициентов.

Если же представить закон управления (6) в области значительных ошибок как $u_{\text{тер}}$, а в области малых (15) как $u_{\text{пр}}(e)$, тогда модифицированный закон управления запишется в виде

$$u(e) = \begin{cases} u_{\text{тер}}, & \text{если } e \notin \Omega, \\ u_{\text{пр}}, & \text{если } e \in \Omega \text{ и } e \notin \Omega_{\text{ц}}. \end{cases} \quad (16)$$

В (16) Ω — область переключения (14) и $\Omega_{\text{ц}}$ — область достижимости. Отличительной особенностью функционирования алгоритма (16) является наличие алгоритма фиксации попадания объекта в области достижимости (рис. 4). В отличие от предыдущего случая, при котором возникала необходимость только контроля наличия координат, в условиях помех ситуация может быть еще хуже, когда измеренные координаты фазовой точки фиксируются внутри области достижимости $\Omega_{\text{ц}}$, а реальные координаты объекта находятся вне ее. В этом случае будет являться необходимым фиксация участка траектории по нескольким измерениям, т. е. так

$$(e^{i-2}, e^{i-1}, e^i, \dots) \in \Omega_{\text{ц}}. \quad (17)$$

Число таких измерений зависит от длины пути соизмеримого с уровнем помехи, искажающем соответствующие координаты.

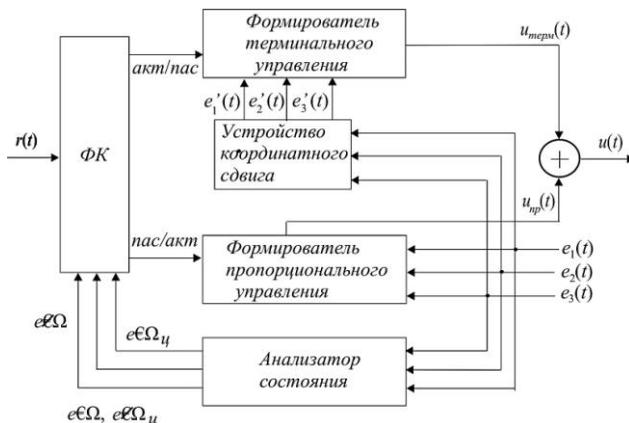


Рисунок 4. Структура контроллера с модифицированным законом управления

На рис. 4 представлена структура контроллера с модифицированным законом управления (15), основными элементами которой являются формирователь команд (ФК), формирователь терминального управления, формирователь пропорционального управления, устройство координатного сдвига, анализатор состояния и сумматор сигналов управления. Контроллер при поступлении задания $r(t)$ выдает команды на перевод соответствующего формирователя в активное состояние, выбор активного состояния определяется анализатором по значениям координат вектора ошибок относительно области цели. После фиксации вектора $e(t)$ в области цели $\Omega_{ц}$ по правилу (17) оба формирователя отключаются.

Моделирование. Для оценки эффективности закона управления (15) проводилось моделирование динамики объекта управления (4) для задающего воздействия (1) в различных начальных условиях вектора e_0 . Параметры k_i объекта выбирались из интервала $0,1 \leq k_i \leq 10$ таким образом, чтобы общий коэффициент передачи $K = k_1 k_2 k_3$ был бы отличен от 1. В демонстрационном примере параметры объекта управления принимались равными

$$k_1 = 0,5, \quad k_2 = 2, \quad k_3 = 1,5.$$

Обработке подвергалось задающее воздействие с параметрами $a=0,1$, $b=0,5$, $c=1$. Измерение фазовых координат происходит с шумами, уровень ограничения которых в каждом канале $|N_i| \leq 0,5$.

Результаты моделирования выходных координат динамической системы (2) представлены на рис. 5.

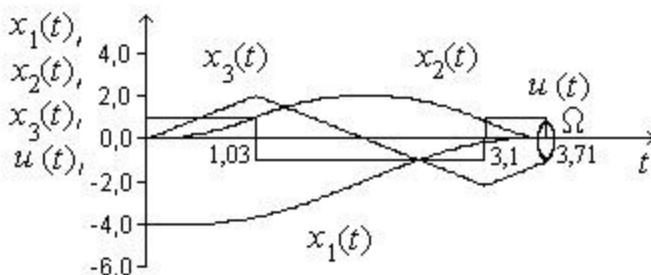


Рисунок 5. Фазовые траектории динамической системы (2) при комбинированном управлении

Сравнение результатов моделирования для ряда испытаний позволяет сделать вывод о достоверности полученных результатов.

Выводы. В статье предложено решение задачи синтеза закона управления динамической системой, движение которой происходит с постоянным ускорением и при наличии ограниченных по уровню помех, действующих на систему по каналам измерения. Модель динамической системы может быть представлена последовательностью трех интеграторов с контроллером, формирующим закон управления в виде (6). В работе показано, что одновременного достижения высоких показателей точности и времени отработки задания возможно при модификации закона управления, включающей замечание (12) и комбинацию (16), (17). Результаты моделирования подтверждают правильность выдвинутых утверждений. Дальнейшие результаты исследований предполагается направить на изучение свойств динамической системы и определения закона управления в условиях, когда уровень ограничения помехи N априори неизвестен.

Список литературы:

1. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. — М.: Наука, 1969. — 408 с.
2. Козлов А.И. Полный анализ задачи тройного интегратора / А.И. Козлов, Д.Ю. Муромцев // Автоматика и телемеханика. — 2005. — № 1. — С. 3—12.
3. Крутько П.Д. Алгоритмы терминального управления линейными динамическими системами / П.Д. Крутько // Известия РАН. Теория и системы управления. — 1998. — № 6. — С. 33—45.

4. Кунцевич В.М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации / Кунцевич В.М. — К.: Наук. думка, 2006. — 264 с.
5. Кучеров Д.П. Алгоритм адаптивного терминального управления тройным интегратором / А.В. Василенко, Б.П. Иванов, Д.П. Кучеров // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2009. — № 2. — С. 22—27.
6. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. 4-е изд. — М.: Наука, 1983. — 392 с.
7. Справочник по теории автоматического управления / [под ред. А.А. Красовского]. — М.: Наука, 1987. — 712 с.
8. Фельдбаум А.А., Бутковский А.Г. Методы теории автоматического управления. — М.: Наука, 1971. — 743 с.
9. Kaylon M. Design of continuous time controllers having almost minimum time response // Transactions of the ASME. — 2002. Vol. 124. June. — P. 252—260.
10. Kucherov D.P. Synthesis of adaptive controller for fixed-time control of a spinning body under the presence of bounded noise / D.P. Kucherov // Journal of automation and information science. — 2005. Vol. 37. Issue 1. — P. 29—38. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,5aa280c9630a07e4.html (дата обращения: 28.04.13).
11. Kucherov D.P. The synthesis of adaptive terminal control algorithm for inertial secondary order system with bounded noises / D.P. Kucherov // Journal of automation and information science. — 2007. Vol. 39. Issue 9. — P. 16—25. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.dl.begellhouse.com/journals/2b6239406278e43e,04284c744990a95a.html> (дата обращения: 28.04.13).
12. Pao L.Y. Proximate time-optimal control of third-order servomechanisms / Pao L.Y., Franklin G.F. // IEEE Transactions on Automatic Control. — 1993. Vol. 38. № 4. — P. 560—580.
13. Smith O.J.M. Feedback control systems. — New York: McGrawHill, 1958. — 694 p.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ОБЗОР СИСТЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА HELPDESK КЛАССА

Каинов Ильмутдин Хайрутдинович

студент 5 курса, факультет информатики, математики и физики

ШГПИ, г. Шадринск

E-mail: mirexpovt@gmail.com

Баландин Александр Анатольевич

канд. пед. наук,

доцент кафедры программирования и сетевых технологий, ШГПИ,

г. Шадринск

E-mail: 978107@mail.ru

В современном обществе увеличивается объем используемой информации, практически во всех сферах человеческой деятельности. В связи с этим постоянно сокращается время, необходимое для обработки такого же объема информации. Многими исследователями отмечается тенденция увеличения информации, представленной в электронном виде, уже замечено то что, каждые лет десять-пятнадцать происходит увеличение ее в несколько раз. Отсюда появляется необходимость использования программных комплексов, позволяющих эффективно оперировать с накопленными данными.

Электронный документооборот, в отличие от бумажного, имеет свои особенности. При применении электронного документооборота информация не доступна для непосредственного восприятия человеком. Она создается, хранится, передается только с использованием цифровых технологий и программного обеспечения, упрощающих выполнение основных операций (манипуляций) с большими объемами

информации, ускоряет процесс работы с ней. Таким образом, компьютер и программное обеспечение становятся необходимыми компонентами при работе с системами электронного документооборота.

Использование системы электронного документооборота позволяет адаптировать к электронному виду практически все документы, используемые организациями, предприятиями и учреждениями. Несмотря на это, полностью заменить бумажные аналоги не представляется возможным ввиду существующих требований и ограничений накладываемых нормами федерального регионального и муниципального законодательства (налогового, пенсионного, страхового, бухгалтерского учета). Сведения о результатах функционирования организации, получаемые от системы электронного документооборота, можно получить и без применения информационных технологий, но на данное действие уйдет большее количество времени, что может привести к устареванию данной информации. Кроме того, для выполнения данной операции необходимо будет потратить большее количество человеческих ресурсов.

Электронный документооборот не только упрощает учет, уменьшая время, необходимое на оформление документов, а также ускоряет процесс обновления существующих данных, необходимых для мониторинга осуществления производственной деятельности и управления ею.

Системы электронного документооборота (СЭД) существуют с 80-х годов XX века. Изначально СЭД были индивидуальны, и все этапы жизни системы осуществлялись непосредственно на предприятии. Такие программные комплексы разрабатывались штатными специалистами или для этого приобретались разработки, созданные специализированными фирмами. Основным недостатком такого подхода являлось невозможность наращивания системы. В конце 90-х годов было организовано создание СЭД, которые можно было интегрировать практически в любое производство. Также был изменен принцип внедрения создание систем такого класса, осуществляемый в 2 этапа:

- установка ядра СЭД;
- настройка ядра СЭД под требования конкретного заказчика.

Изначально, программы данного типа обладали простейшим функционалом: диспетчер хранения данных не имел внутренних языков разработки, а сложный алгоритм действий с ним был не понятен конечному пользователю. Из-за этого возникла необходимость разработки и создания СЭД, адаптированных под пользователя, имеющих дружелюбный интерфейс и т. д.

Одним из направлений применения СЭД является автоматизация взаимодействия сотрудников компании с техническим персоналом, реализуемое в форме получения, оформления и выполнения заявок. Основное преимущество автоматизации — это уменьшение времени на учет и обработку заявки, а также возможность оперативно и удобно формировать отчеты, необходимые для отражения действительного положения текущих дел.

Вышеуказанный тип СЭД получил свое название Helpdesk (service desk) системы.

Хелпдеск, helpdesk, иногда service desk — (от англ. help desk, справочный стол) информационная система технической поддержки, решения проблем пользователей с компьютерами, аппаратным и программным обеспечением. Это важная составляющая ИТІЛ (*IT Infrastructure Library*) — позволяет выявить проблемные участки инфраструктуры ИТ, оценить эффективность работы отдела ИТ. Рассмотрим основные системы данного класса [5].

Приведем несколько систем данного класса:

1. Система Intraservice — это флагманский продукт IntraVision. Исключительные права на продукт подтверждены свидетельством, зарегистрированным в Роспатент.

Данная компания занимается разработкой систем автоматизации с 2004 года. Они специализируются на корпоративных системах с веб-интерфейсом. В их портфолио более 100 проектов для Российских и международных заказчиков. IntraVision использует технологический стек компании Microsoft и является сертифицированным партнером Microsoft с 2006 года [3].

Достоинства:

- интуитивно понятный интерфейс;
- возможность оповещения по email и sms;
- входит в стек Microsoft;
- существует возможность доработки своими силами,

но только не во всех редакциях;

- одноразовый платеж;
- возможность установки на хостинге создателя.

Недостатки:

- стоимость;
- доработка своим силами только а 2 версиях;
- возможность интеграции пользователей с Active Directory только в 2 версиях;
- возможность составления заявок реализована только в версии Enterprise.

2. Service Desk «Итилиум» — Данный программный комплекс является

Программный комплекс «Итилиум» спроектирован на основе библиотек ITIL v2, ITIL v3 и стандарта ISO 20000, и реализует автоматизацию процессов управления ИТ, а также функций службы Service Desk (ранее HelpDesk).

«Итилиум» разработан на платформе «1С: Предприятие 8.2» и имеет возможность работы как в «толстом» клиенте, так и с использованием WEB-интерфейса. Код системы открыт (за исключением нескольких модулей для реализации системы защиты) [6].

Достоинства:

- почти полностью открытый исходный код системы;
- настройка под требования заказчика;
- стоимость;
- доступный интерфейс.

Недостатки:

- работает на базе «1С: Предприятие»;
- обладает излишним функционалом в первоначальной конфигурации;
- необходимо начальное обучение работе с 1С: Предприятие 8.2.
- не может работать без платформы 1С;
- времязатратный процесс установки и настройки конфигурации;
- реализация других модулей за счет заказчика.

3. OTRS (*аббр.* от *англ.* Open-source Ticket Request System) — открытая система обработки заявок. OTRS позволяет организациям, занимающимся технической поддержкой каких-либо проектов, совместно работать над решением проблем пользователей.

Программа написана на языке *Perl*, поддерживает множество СУБД (*MySQL*, *PostgreSQL* и т. д.), может интегрироваться с *LDAP* каталогом, распространяется по лицензии — *AGPL* версии 3.

Программный продукт протестирован на системах: Linux, Solaris, AIX, FreeBSD, OpenBSD, Mac OS X и Windows [7].

Достоинства:

- бесплатная система;
- мультиязычная;
- интеграция пользователей с Active Directory;
- множество настроек;
- кроссплатформенная;
- можно доработать своими силами, под свои нужды.

Недостатки:

- большое количество настраиваемых функций;
- не полный перевод системы на русский язык;
- проблемы с настройкой системы.

Таким образом, рынок систем данного класса очень велик, и существует возможность выбора программного комплекса для автоматизации документооборота, в соответствии с требованиями компании.

4. Sysaid. — это комплексное программное решение для справочных служб, предоставляющее все необходимые инструменты для выполнения любых ИТ-задач.

SysAid позволяет легко автоматизировать обработку заявок на техническое обслуживание, управлять оборудованием/программным обеспечением и отслеживать его состояние, быстро решать все проблемы ИТ [9].

Достоинства:

- удобный интерфейс;
- интеграция с Active Directory;
- мультиязычность;
- существует возможность доработки системы без участия разработчиков;

- кроссплатформенность;

Недостатки:

- цена;
- не полная русская локализация.

5. Instant Business Network — это веб-система совместной работы, управления проектами, бизнес-процессами, задачами и документами. Решение предназначено для бизнес-пользователей — компании малого и среднего бизнеса, которым необходимо организовать единую среду общения сотрудников и управления всеми рабочими процессами, проектами и документами

IBN реализует единую информационную среду общения и взаимодействия, хранения документов и файлов. Эффективная организация совместной работы в системе достигается за счет комплексного набора инструментов управления задачами и проектами, удобной организации информации и доступа к ней, наличия средств контроля исполнения задач и анализа выполненной работы.

В IBN имеются единый файловый репозиторий со средствами контроля версий, система учета рабочего времени пользователей, средства синхронизации с MS Project и интеграции с MS Office, система обработки запросов клиентов, мощная система отчетности, удобная система разграничения прав доступа [1].

Достоинства:

- понятный и доступный интерфейс;
- возможность совместной работы комплекса и MS Office;
- интеграция пользователей с Active Directory;
- наращивания программного комплекса;
- небольшая стоимость.

Недостатки:

- отсутствует кроссплатформенность;
- доработка за отдельную плату и через разработчика;
- интеграция пользователей с Active Directory реализована

только в одной редакции.

Приведенные характеристики систем данного класса можно свести в одну таблицу 1.

Таблица 1.

Сравнительная таблица HelpDesk систем

Программа /параметр	IntraService	InstantBusinessNetwork (IBN)	Service Desk «Итиллум»	OTRS	SysAid
стоимость	От 60000 руб.	От 39 500 руб.	59 900 руб.	Бесплатно	125000 руб.
Возможность доработки своими силами	Начиная с версии Professional	Отсутствует, но можно за дополнительную плату доработать через заказчика	Отсутствует, но можно за дополнительную плату доработать через заказчика	Присутствует, следует использовать скриптовый язык Python	Есть такая возможность используя встроенную APIфункции
Интерфейс	интуитивно понятный интерфейс	интуитивно понятный интерфейс;	Стандартный интерфейс 1С	интуитивно понятный интерфейс	интуитивно понятный интерфейс
Кроссплатформенность	Отсутствует, только Windows	Отсутствует, только Windows	Отсутствует, только Windows	Присутствует(Windows, Linux, Mac	Присутствует(Windows, Linux, Mac)

Таким образом, рынок систем данного класса многообразен и позволяет выбрать систему под конкретные требования организации-заказчика, что позволит автоматизировать различные участки деятельности, используя возможности электронного документооборота.

Список литературы:

1. Продукты Интилиум. [Электронный ресурс]: «Интилиум» создан для ИТIL/ Режим доступа. — URL: <http://www.itilium.ru/itilium/>.
2. Системы документооборота — новый этап развития. [Электронный ресурс]: Ecm-journal.ru. Важное об электронном документообороте и управления взаимодействиям. Режим доступа. — URL: <http://ecm-journal.ru/docs/Sistemy-dokumentooborota--novyj-ehap-razvitija.aspx>.
3. IntraService Service desk система. Управления заявками. Совместима с ИТIL [Электронный ресурс]: Универсальная Service Desk система.
4. Instant Business Network, описание, функциональность, документация. [Электронный ресурс]: Веб портал для работы над общими проектами, задачами и инцидентами. — Режим доступа. — URL: <http://www.pmbbox.ru/instant-business-network.aspx>.
5. HelpDesk системы [Электронный ресурс]: ITSM online. Независимый ITSM-портал. — Режим доступа. — URL: <http://www.itsmonline.ru/helpdesk>.
6. OTRS — Википедия. [Электронный ресурс]: Материал из Википедии — свободной энциклопедии. Режим доступа. — URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/OTRS>.
7. SysAid — Программное обеспечение справочной службы. [Электронный ресурс] : решение в области управления ИТ-услуги. — Режим доступа. — URL: ru.sysaid.com.

2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В ОБХОДНОЙ ГАЛЕРЕЕ СУДОХОДНОГО ШЛЮЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MAPLE

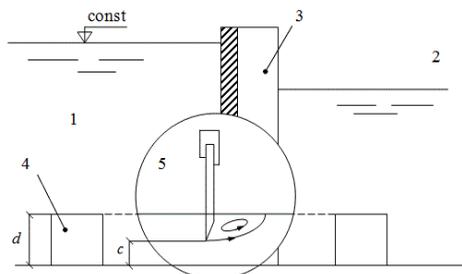
Тимофеева Ольга Алексеевна

*аспирант, ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова,
г. Санкт-Петербург*

E-mail: timofeeva_o_a@inbox.ru

1. Введение

Целью данной работы является реализация решения задачи Гольдштика в математическом пакете Maple. Задача Гольдштика является основой математической модели для описания течения потоков жидкости в галереях при наполнении и опорожнении шлюза. Реализация в математическом пакете Maple подразумевает создание интерфейса для ввода данных и получения картины течения с вычислением его гидродинамических характеристик. Следующая конструкция применяется на шлюзе Верхне-Сви́рского гидроузла с системой питания через водопроводные галереи. Упрощенная схема шлюза представлена на рисунке 1.



**Рисунок 1. Схема шлюза: 1 — Подводящий канал;
2 — Камера шлюза; 3 — Верхние ворота; 4 — Обходная галерея;
5 — Плоский затвор**

Часть обходной галереи, исследуемая в статье, показана на рисунке 2.

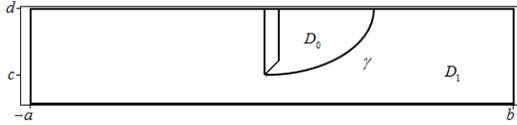


Рисунок 2. Участок обходной галереи шлюза

2. Задача Гольдштика

Находясь в рамках идеального течения разделим течение в данной модели на два независимых [6, 4]:

1) потенциальное течение в области D_1 , ограниченной стенками галереи, линиями входа и выхода потока, и струей γ , срывающейся с края затвора;

2) вихревое течение с постоянной завихренностью $\omega, \omega > 0$ в области D_0 , дополняющей D_1 до всей галереи.

Кривая γ не задается, ее надо подобрать так, чтобы она была линией тока, и чтобы поле скоростей оставалось непрерывным всюду в галерее. Последнее очень существенно, т. к. приводит не просто к разрывному, а нелинейному уравнению, которое называется [1] задачей Гольдштика. В этой схеме установившегося движения вихри располагаются во всех точках области D_0 . Тогда для координат вектора скорости V_x и V_y получим следующие уравнения в области D_0 :

$$\frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} = -\omega, \quad \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (1)$$

в области D_1 :

$$\frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} = 0, \quad (2)$$

В этом случае движение жидкости не потенциально, тем не менее, для решения задач обтекания вводится функция тока,

для дифференциала которой выполняется $d\psi = -V_y dx + V_x dy$, в силу вторых уравнений это выражение является точным дифференциалом. Линии тока также определяются как линии, где $\psi(x, y) = const$. Для функции тока получим уравнение Пуассона:

$$\Delta\psi = \begin{cases} 0, & z \in D_1 \\ -\omega, & z \in D_0 \end{cases} \quad (3)$$

с заданными граничными условиями на стенках, а также на входе и выходе из галереи $\psi|_{\Gamma} = \psi_0$, но области D_0 и D_1 неизвестны. Функция тока на нижней стенке галереи равна нулю, а на верхней стенке и на затворе равна расходу жидкости Q . На входе и выходе функция тока изменяется непрерывно. Кроме того, имеем дополнительные условия: $\psi|_{\gamma} = Q$, так как кривая γ является линией тока. Таким образом, получаем нелинейное уравнение Гольдштика [1]

$$\Delta\psi = \omega \frac{\text{sgn}(Q - \psi) - 1}{2} \quad (4)$$

с граничными условиями $\psi|_{\Gamma} = \psi_0$, $0 \leq \psi_0 \leq Q$. Алгоритм решения данного варианта уравнения Пуассона известен для стандартных областей. Имея ввиду приложения схемы склеивания течений различных типов в обходных галереях, будем конструктивно строить оператор Грина, т. е. сведем задачу к решению граничных интегральных уравнений методом граничных элементов.

Изложим алгоритм решения, который состоит из следующих пунктов:

1) Требуется найти гармоническую функцию $\Delta\psi_0 = 0$ в области D с заданными изначально граничными значениями ψ_0 .

Решение задачи Дирихле ищем в виде потенциала двойного слоя [2]:

$$\Psi_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} \frac{\partial}{\partial n} \ln \frac{1}{|z - \zeta|} \nu d\zeta. \quad (7)$$

2) Рассмотрим объемный потенциал

$$\Psi_1 = \frac{1}{2\pi} \iint_{D_0} \ln \frac{1}{|z - \zeta|} d\xi d\eta, \quad (8)$$

тогда гладкая функция Ψ_1 является решением уравнения Пуассона всюду в $D = D_1 \cup D_0$. Для неё выполняется

$$\Delta \Psi_1 = \begin{cases} 0, & z \in D_1. \\ -1, & z \in D_0. \end{cases} \quad (9)$$

3) Необходимо решить задачу Дирихле: $\Delta \Psi_2 = 0$ в области D с граничными условиями $\Psi_2|_{\Gamma} = -\Psi_1|_{\Gamma}$. Решение выполняется аналогично пункту 1 с использованием потенциала двойного слоя.

4) Полагаем $\Psi_3 = \Psi_1 + \Psi_2$, и получаем решение уравнения Пуассона с нулевыми граничными условиями. Умножая Ψ_3 на величину завихренности, получим решение уравнения Пуассона с заданной величиной завихренности

$$\Delta \omega \Psi_3 = \begin{cases} 0, & z \in D_1 \\ -\omega, & z \in D_0 \end{cases} \quad (10)$$

Решение искомой задачи представляется в виде суммы $\Psi = \omega \Psi_3 + \Psi_0$.

5) На линии γ раздела вихревого и потенциального течений функция Ψ должна быть равной Q . Поэтому если это условие

не выполнено, то необходимо скорректировать как величину завихренности, так и границу.

б) Новое значение величины завихренности вычисляется из условия, что значение функции тока во всех узлах линии γ равно Q . После выбора завихренности проводится проверка на равенство Q значений функции тока на линии γ . При невыполнении данного условия находим кривую γ , на которой значение функции тока равно Q . Повторяем пункты 2—6 алгоритма.

3. Гидродинамические нагрузки

При эксплуатации гидротехнических сооружений, таких как судоходные шлюзы, важное значение имеет определение результирующей силы гидродинамического давления на затвор обходной галереи. Для его вычисления воспользуемся уравнением Бернулли для установившегося течения идеальной жидкости

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2, \quad (11)$$

где: P_1 — давление жидкости перед затвором;

v_1 — скорость течения перед затвором;

P_2 — давление жидкости за затвором;

v_2 — скорость течения за затвором,

z_1, z_2 — глубина.

На одинаковой высоте для вычисления результирующего давления на затвор получим:

$$\Delta p = P_2 - P_1 = \rho \cdot \left(\frac{v_1^2}{2} - \frac{v_2^2}{2} \right),$$

где скорости v_1, v_2 вычисляются согласно пункту 2.

4. Интерфейс программы и результаты

Описанный алгоритм решения задачи Гольдштика был реализован в математическом пакете Maple. При запуске программы в редактируемые поля интерфейса устанавливаются значения

по умолчанию, которые могут быть изменены: «Высота галереи d », «Длина участка галереи перед затвором a », «Длина участка галереи за затвором b », «Относительная высота поднятия затвора c/d », «Ширина затвора», «Расход жидкости» (Q), «Исходная величина завихренности», «Максимальная погрешность вычислений».

Для параметра «Корректировка величины завихренности», который определяет возможность корректировки величины завихренности на каждой итерации, использован элемент checkbox. Если флажок установлен, то величина завихренности корректируется, в противном случае она постоянна.

Параметр «Количество узлов на участке» (k) выбирается при помощи элемента интерфейса — slider. На корректируемой кривой исходное количество узлов будет равно $1.5k$, общее число узлов на границе области равно $11k$.

После нажатия на кнопку "Plot" будет запущен процесс нахождения линии раздела областей с потенциальным и вихревым течениями. Во время работы программы блокируются для редактирования поля вводимых значений. Также недоступными для нажатия становятся кнопки: "Plot", «Построить линии тока», «Гидродинамические характеристики», "Close". Процесс работы программы можно остановить, нажав кнопку "Stop". В процессе работы программы будут редактироваться на каждой итерации параметры «Номер текущей итерации» и «Величина завихренности». В результате работы программы будет построен график найденной линии, указано количество выполненных итераций и итоговая величина завихренности.

После построения линии раздела становятся доступными кнопки: «Построить линии тока», «Гидродинамические характеристики», "Close". Нажатие кнопки «Построить линии тока» запустит процесс построения линий тока с шагом $0,2Q$. Нажатие кнопки «Гидродинамические характеристики» приведет к открытию нового окна, на котором будут выведены: графики скоростей течения перед затвором и за ним, график результирующего давления за затвором (с указанием максимального давления перед затвором и за ним). Нажатие кнопки "Close" приведет к закрытию программы.

На рисунке 3 приведен интерфейс программы.

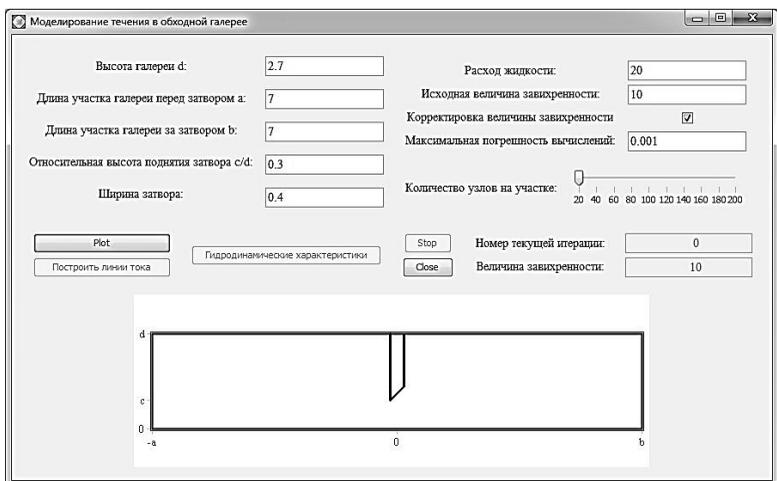


Рисунок 3. Интерфейс программы

На рисунке 4 показана полученная картина течения.

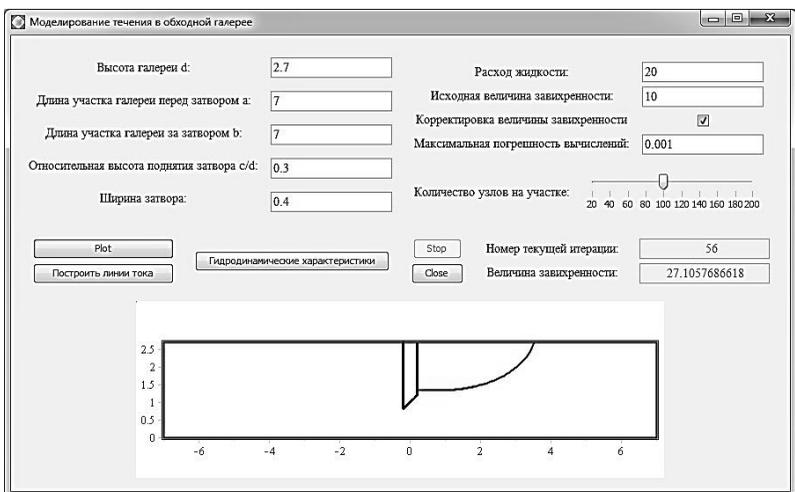


Рисунок 4. Результат работы программы

На рисунке 5 показан результат нажатия кнопки «Построить линии тока».

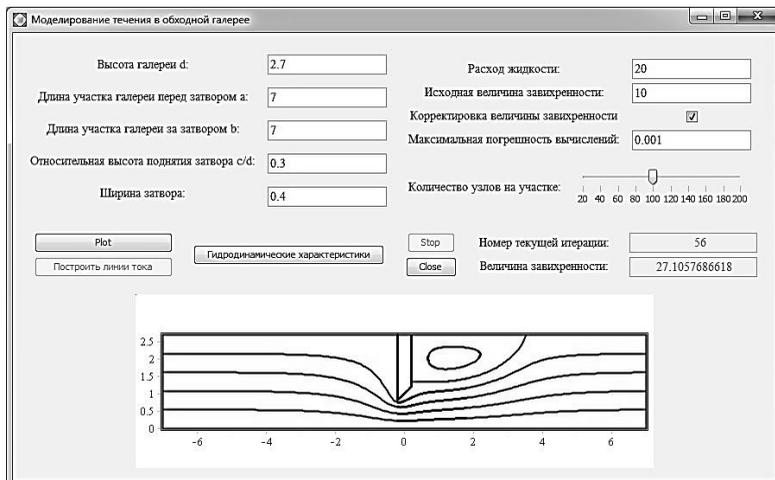


Рисунок 5. Построение линий тока

На рисунке 6 показано окно, появляющееся в результате нажатия кнопки «Гидродинамические характеристики».

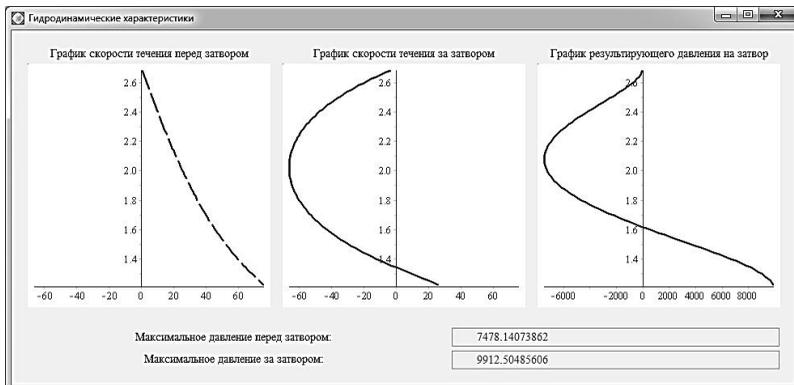


Рисунок 6. Гидродинамические характеристики

Список литературы:

1. Вайнштейн И.И. Решение двух дуальных задач о склейке вихревых и потенциальных течений вариационным методом М.А. Гольдштика // Журнал Сибирского федерального университета. Математика и физика, 2011, № 4(3), 320—331.
2. Васин А.В., Тимофеева О.А. Определение линии раздела областей с потенциальным и вихревым течениями // Журнал Университета водных коммуникаций, 2012, вып. 2(14), 8—13.
3. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики: Учебник для вузов, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 400 с.
4. Гольдштик М.А. Вихревые потоки. — Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1981, 368 с.
5. Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании — М.: Солон-Пресс, 2006, 720 с.
6. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977, 416 с.

2.3. МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Морозов Антон Валерьевич

*аспирант кафедры «АиСУ», ОмГУПС,
г. Омск*

E-mail: morozav89@mail.ru

Шахов Владимир Григорьевич

*канд. техн. наук, профессор ОмГУПС,
г. Омск*

E-mail: shahovvg@mail.ru

В последние годы происходит стремительное развитие и распространение различных беспроводных сетевых технологий. Технологии Wi-Fi и WiMAX уже заняли свою нишу на рынке беспроводных сетей. С появлением беспроводной Internet-связи на первый план вышли вопросы обеспечения безопасности [2]. При рассмотрении самого распространённого набора стандартов связи IEEE 802.11 для коммуникации в беспроводной локальной сетевой зоне, можно выявить целый ряд недоработок, связанных с аутентификацией пользователей, защитой и целостностью передаваемой информации, а также бесперебойным функционированием точек доступа и рабочих станций на физическом уровне. В статье рассматриваются основные классы алгоритмов безопасности для беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, а также уязвимости методов обеспечения безопасности, которые используются в представленных ниже классах алгоритмов безопасности.

Существует два класса алгоритмов безопасности для беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 [7]:

- RSNA-алгоритмы (алгоритмы надежно защищенного сетевого соединения);
- pre-RSNA-алгоритмы.

Pre-RSNA безопасность включает в себя следующие методы:

- протокол безопасности WEP (Wired Equivalent Privacy — безопасность, эквивалентная проводной);
- существующая аутентификация IEEE 802.11 (аутентификация, определенная в стандарте редакции 1999 г.)

К RSNA-алгоритмам относятся:

- протокол TKIP (Temporal Key Integrity Protocol — протокол временной целостности ключа);
- протокол шифрования CCMP;
- процедуры установления и завершения RSNA (включая использование IEEE 802.1x аутентификации);
- процедуры управления ключами.

Ниже представлены уязвимости методов безопасности pre-RSNA-алгоритмов.

Первая спецификация IEEE 802.11 (1997 год) не имела какой-либо защиты, кроме сокрытия идентификатора беспроводной сети SSID (её «имени»), который необходимо знать для подключения к сети. Однако идентификатор SSID передаётся в открытом виде, и его перехват не является сложной задачей.

В последующей версии IEEE 802.11-1999 был введен протокол безопасности WEP.

Атаки на зашифрованные данные с помощью технологии WEP можно подразделить на два метода: пассивные и активные.

В начале рассмотрим несколько примеров пассивных сетевых атак протокол безопасности WEP.

В августе 2001 года криптоаналитики С. Флюхер, И. Мантин и А. Шамир [6] установили, что секретный ключ шифрования WEP может быть вычислен с использованием определенных фреймов, пассивно собранных в беспроводной локальной сети. Причиной уязвимости послужила реализация в WEP метода планирования ключей (Key Scheduling Algorithm, KSA) алгоритма потокового шифрования RC4. Некоторые векторы инициализации (так называемые «слабые» векторы) дают возможность установить побайтовый состав секретного ключа, применяя статистический анализ. Благодаря чему для взлома достаточно было собрать около 6 млн. пакетов. Вскоре благодаря стараниям специалистов из лаборатории Dasb0den Labs количество необходимых пакетов сократилось с шести миллионов до 500 тысяч.

В августе 2004 года хакер КогеК написал новый статистический анализатор, позволяющий взламывать 40- и 104-битные ключи, используя 200 и 500 тыс. пакетов соответственно.

В отсутствие механизмов контроля целостности сообщений беспроводные локальные сети, также, подвержены активным атакам: повторному использованию вектора инициализации (IV Replay) и манипуляции битами (Bit-Flipping) [4].

Самой эффективной атакой на сеть с WEP-шифрованием является PTW-атака. Данный тип атаки позволяет ускорить процесс нахождения WEP-ключа, когда перехватывается большое количество ARP-пакетов. Атака появилась вследствие появления метода инъекции ARP-запросов в беспроводную сеть. Количество требуемых пакетов для криптоанализа несколько десятков тысяч. Минусом PTW-атаки является то, что почти всегда требуется проводить активную атаку на беспроводную сеть, так как при нормальном функционировании сети количество ARP-запросов, необходимых для реализации данной атаки, слишком мало. Эту атаку можно вычислить по большому количеству ARP-пакетов, которые генерируются в сеть [9].

Рассмотрим, какие уязвимости существуют у представленных RSNA-алгоритмов.

Осенью 2008 года М. Бек и Э. Тьюз представили практическую атаку против WPA. В этой работе был показан метод для усиления уже известной атаки против WEP. И на этой основе им удалось ослабить защиту WPA, после «расширения» которой оказалось возможным встраивать в зашифрованный сетевой трафик поддельные пакеты. Используя разные тонкости в работе QoS (Quality of Service — качество обслуживания) по стандарту 802.11e, Тьюз и Бек показали, что имеется возможность отправить от 8 до 16 поддельных пакетов, защищённых одной и той же шифр-последовательностью. На практике это означает, что можно реализовать несколько типов атак против Wi-Fi сетей, защищённых средствами WPA [5].

В 2009 году Т. Охигаси и М. Мори продемонстрировали новую атаку основанную на методе Бека-Тьюза и применимую к ситуациям типа «человек посередине». В отличие от метода Бека-Тьюза новая атака работает в любых WPA реализациях [8].

Стандарт IEEE 802.11i (WPA2), известный как наиболее надёжный протокол безопасности в сетях Wi-Fi, широко используется различными организациями для обеспечения безопасности своих Wi-Fi сетей. Но исследователи безопасности компании AirTight обнаружили уязвимость в протоколе безопасности WPA2, которую могут использовать злоумышленники. Уязвимость называется «Hole196». «Hole 196» использует метод атаки типа «человек посередине», где пользователь, авторизованный в сети Wi-Fi, может перехватывать

и расшифровывать данные, передаваемые и принимаемые другими пользователями этой же Wi-Fi сети.

Основа уязвимости «Hole 196» — это групповой временный ключ (GTK), который распределяется среди всех авторизованных пользователей в сети WPA2. В стандартном режиме работы только точка доступа предполагает передачу трафика, зашифрованного с помощью группового ключа. Клиенты предполагают расшифровывать этот трафик, также используя групповой ключ (рис. 1).



Рисунок 1. Уязвимость “Hole 196”

Инсайдеры (авторизованные пользователи), используя эту уязвимость, могут анализировать пакеты и расшифровывать данные других авторизованных пользователей, а также сканировать их Wi-Fi устройства на наличие уязвимостей, тем самым подвергая риску данные устройства, посредством установки вредоносных программ.

В своём отчёте исследователи безопасности компании AirTight подробно описывают механизм атаки на стандарт IEEE 802.11i [11].

В декабре 2011 года исследователь безопасности С. Вибок обнаружил уязвимость в стандарте Wi-Fi Protected Setup (WPS), которая сокращает количество попыток необходимых для взлома PIN-кода [10].

В основе этой уязвимости лежит:

1. Размер PIN-кода (**таб. 1**), состоящий из восьми цифр (100 000 000 вариантов ключа). Последней цифрой PIN-кода является контрольная сумма (следовательно 10 000 000 вариантов ключа).

Таблица 1.

Структура PIN-кода

1	2	3	4	5	6	7	0
1-я часть PIN-кода				Контрольная сумма 2-я часть PIN-кода			

2. Алгоритм аутентификации. Верификация PIN-кода разделена на два этапа: код делится на две части по четыре числа, затем каждая часть проверяется отдельным запросом. Если после отправки первой части PIN-кода клиент в ответ от точки доступа получает EAP-NACK сообщение, то это означает что первая часть PIN-кода неправильная. Аналогичная процедура происходит и для части PIN-кода. Следовательно для первой части необходимо 10000 вариантов перебора, а для второй части 1000 вариантов. Таким образом для полного перебора требуется 11000 вариантов.

Вопросам обеспечения безопасности компьютерных сетей, а именно защите информации беспроводных сетевых технологий необходимо уделять особое внимание, так как в данной области существуют серьёзные пробелы.

Рассмотренные стандарты и режимы связи, для коммуникации в беспроводной локальной сетевой зоне, не имеют необходимых средств и методов защиты передачи данных. Остальные режимы, например WPA Pre-Shared Key (WPA-PSK), также не могут считаться стойкими, при использовании: паролей состоящих из чисел — длиной менее 13 символов; и паролей состоящих из чисел и латинских маленьких (либо больших) символов — длиной менее 9 символов [1].

Авторами после анализа безопасности стандартов беспроводных сетей разрабатываются модели и методы усиления стойкости существующих алгоритмов и методов взаимодействия по беспроводным технологиям стандарта IEEE 802.11 [3].

Список литературы:

1. Голубев И.В. О скоростях перебора паролей на CPU и GPU. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://www.golubev.com/about_cpu_and_gpu_ru.htm (дата обращения: 15.03.2013)/.
2. Майстренко В.А., Шахов В.Г. Безопасность информационных систем и технологий: Монография. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. — 232 с.
3. Морозов А.В., Шахов В.Г. Анализ атак на беспроводные компьютерные интерфейсы // Омский научный вестник. — 2012. № 3(113). — с. 323—327.
4. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Федотов Р.А. и др. Беспроводные сети Wi-Fi./Курс лекций. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: www.intuit.ru/department/network/wifi (дата обращения: 15.12.2012).
5. Beck M., E. Tews. Practical attacks against WEP and WPA, November 8, 2008. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://dl.aircrack-ng.org/breakingwepandwpa.pdf> (дата обращения: 15.12.2012).
6. Fluhrer S., I. Mantin, A. Shamir. Weaknesses in the Key Scheduling Algorithm of RC4. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://aboba.drizzlehosting.com/IEEE/rc4_ksaproc.pdf (дата обращения: 5.03.2013).
7. IEEE Std 802.11-2007. IEEE Standard for Information Technologies — Telecommunications and information exchange between systems — Local and metropolitan area networks — Specific requirements Part11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. — Revision of IEEE Std 802.11-1999. IEEE, 2007.
8. Ohigashi T., M. Morii. A Practical Message Falsification Attack on WPA. 2009. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://jwis2009.nsysu.edu.tw/location/paper/A%20Practical%20Message%20Falsification%20Attack%20on%20WPA.pdf> (дата обращения: 15.12.2012).
9. Tews E., R. Weinmann, A. Pyshkin. Breaking 104 bit WEP in less than 60 seconds. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://eprint.iacr.org/2007/120.pdf> (дата обращения: 15.12.2012).
10. Viehbock S.. Brute forcing Wi-Fi Protected Setup. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://sviehb.files.wordpress.com/2011/12/viehboeck_wps.pdf (дата обращения: 10.02.2013).
11. WPA2 Hole196 Vulnerability: Exploits and Remediation Strategies. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://www.slideshare.net/AirTightWIPS/wpa2-hole196-vulnerability-exploits-and-remediation-strategies> (дата обращения: 17.01.2013).

СЕКЦИЯ 3.

БИОЛОГИЯ

3.1. БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ

ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ

Корж Александр Павлович

*канд. биол. наук, доцент ЗНУ,
г. Запорожье*

E-mail: 312922@rambler.ru

Вопрос о взаимодействии организма со средой его обитания уже можно считать классическим. Некоторые аспекты данного взаимодействия рассматриваются теперь в качестве аксиом или разнообразных законов. В то же время, говорить о наличии обобщающей данное взаимодействие теории пока преждевременно. Важность же подобных теоретических обобщений обуславливается в первую очередь практической необходимостью управления состоянием, как отдельных популяций, так и экосистем в целом, что оказывается невозможным без соответствующих изменений среды их существования.

Современное состояние проблемы взаимодействия человеческого общества и биосферы показывает неприменимость редукционистского подхода к общебиосферным проблемам. Мы не имеем возможности постановки экспериментов (тем более — с повторностями) на биосфере и давать однозначные интерпретации полученных фактов становится все труднее.

Это касается в первую очередь вопросов рационального природопользования и сохранения биологического разнообразия. Утрата не только отдельных экосистем (как произошло со всей степной зоной), но и отдельных видов практически не может быть компенсирована никакими действиями человека.

В то же время, существуют некоторые общие закономерности, которые позволяют унифицировать подходы к решению существующих

противоречий. Одним из условий реализации данного подхода является отказ от однозначности описания, четкой конкретизации (выражении в однозначно оцененных параметрах) изучаемых процессов, а так же переход к вероятностным оценкам наблюдаемых явлений.

Целью статьи является обоснование целесообразности применения понятия жизнеобеспеченности организмов в экологии и природопользовании.

Многие понятия и представления проникли в естествознание уже после того, как были сформированы в человеческом обществе. Особенно пестрит подобными примерами физика — сила тока, работа, напряжение, мощность и многие другие определения явно носят антропоморфный характер.

Не обошел стороной данный процесс и биологию. Так, понятие «вид» было введено Аристотелем в биологию из логики [4, с. 24]. Слово паразит в греческом и латыни обозначало человека, живущего за чужой счет. Именно в таком виде оно в дальнейшем перешло в старинную медицину, обозначая любой организм, живущий внутри другого организма и питающегося за его счет [3, с. 5]. Еще одним примером может быть наука этология — в XVII столетии этологами называли актеров, изображавших человеческие характеры, а в XVIII — под ней понимали науку об этике [1, с. 9]. По мнению Р. Левонтина [11], современная наука невозможна без соответствующего языка, наполненного метафорами. Поэтому подобный процесс перехода понятий из социальной жизни в научную среду и наоборот является неизбежным.

Человеческое общество в этом случае выступает некоей моделью для развития соответствующих научных представлений об общебиологических закономерностях. При этом прослеживаются своеобразные аналогии, еще раз подчеркивающие общность механизмов существования природных и социальных явлений.

На наш взгляд, для объяснения отношений в системе «организм — среда обитания» достаточно уместным является привлечение такого термина как жизнеобеспеченность. Он широко используется в экономике [6, с. 20], культурологии [10, с. 477; 12, с. 599] безопасности жизнедеятельности [7, с. 111], медицине [8, с. 65]. В последнее время данный термин начал применяться в сельском хозяйстве [9, с. 168] и даже в экологии [2, с. 8].

Наиболее четко экологические характеристики данного термина рассмотрены у Н.Ф. Реймерса [5, с. 334]: сбой в действии принципа Ле Шателье-Брауна, искажения в процессе биогенной миграции атомов в связи с изменением глобальной биоты, нарушения во многих

других фундаментальных закономерностях функционирования экосистем планеты указывают на то, что хроническая деструкция планетарных систем жизнеобеспечения приняла угрожающие для существования людей масштабы.

Наибольшие противоречия в использовании термина жизнеобеспеченность касаются медицинского (в том числе, и ветеринарного), а также экологического направлений. В медицинском понимании он предполагает значимость отдельных органов и систем органов для обеспечения жизнеспособности организма, либо аппаратов, подменяющих данные функции. В сельском хозяйстве добавляется еще ресурсообеспеченность, предусматривающая получение организмом необходимых кормовых компонентов. Во всех этих случаях данный термин используется для обозначения подсистем, участвующих в обеспечении жизнеспособности системы в целом.

Экологический аспект использования термина «жизнеобеспеченность» предусматривает абсолютно другой смысл. Это касается именно взаимодействия организма со средой его обитания и способностью последней обеспечить жизненные потребности первого. В этом случае, речь идет о возможности целым обеспечением его компонента всем необходимым для жизнедеятельности.

По всей видимости, оба подхода страдают односторонностью в толковании данного понятия. На наш взгляд, понятие жизнеобеспеченность состоит из двух элементов: жизнеспособности, как внутренней обеспеченности организма (или популяции) жизненными силами, и ресурсообеспеченности, как внешней обеспеченности организма условиями для своего существования. В такой же трактовке он может использоваться и для экосистем — с одной стороны, живые элементы экосистем должны обладать соответствующей жизнеспособностью, а с другой, никакая экосистема не может обходиться без жизненно важных ресурсов.

Под жизнеобеспеченностью, на наш взгляд, следует понимать возможность полноценной реализации организмом (или другими биосистемами) своих жизненных функций. Таким образом, полноценная жизнеобеспеченность требует оптимальных условий существования, в которых возможна реализация всех жизненных проявлений организма. Часто наблюдаемое в природе состояние переживания соответствует минимальной жизнеобеспеченности, за которой следует смерть данной биосистемы.

Таким образом, система взаимодействия «организм — окружающая среда» имеет качественную характеристику, которая может быть названа жизнеобеспеченностью. Количественное

же выражение отношений организма со средой обитания наиболее полно реализуется через комплексный показатель, учитывающий лимитирующие воздействия определяющих экологических факторов. Этим показателем может быть емкость среды, обеспечивающая возможность полноценного существования определенного количества организмов или их совокупностей.

Для любого вида емкость среды является результирующей всех возможных влияний на популяцию, включая механизм обратной связи, обусловленный влиянием самой популяции на среду обитания. Существующая емкость оказывает своеобразное давление на соответствующую группу организмов, которое может определенным образом ограничивать разные жизненные проявления.

Таким образом, в системе взаимодействия «организм — окружающая среда» целесообразным является использование понятия жизнеспособности как возможности полноценной реализации организмом (или другими биосистемами) своих жизненных функций. Количественное выражение данного понятия реализуется через емкость среды, обеспечивающей возможность полноценного существования определенного количества организмов или их совокупностей в данных условиях.

Список литературы:

1. Гороховская Е.А. Этология: рождение научной дисциплины. — СПб.: Алтейя, 2001. — 224 с.
2. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Рейф И.Е. Перед главным вызовом цивилизации. Взгляд из России. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 224 с.
3. Догель В.А. Курс общей паразитологии. — Л.: Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1947. — 356 с.
4. Завадский К.М. Вид и видообразование. — Л.: Наука, 1968. — 405 с.
5. Зюганов В.В., Бойко О.Г. Перші підтвердження астроцитарної гіпотези старіння ссавців // Вісник ОНУ. — 2011. — Т. 16, Вип. 6. — С. 65—75.
6. Козлитин А.М., Яковлев Б.Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учеб. пособие. / Под ред. А.И. Попова. — Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2000. — 124 с.
7. Кирилейза В.П., Агрес О.Г. Особливості вартісної оцінки основних засобів сільськогосподарських підприємств // Наука й економіка. — 2010. — № 2. — С. 165—168.
8. Корсак К. Нооекономіка (4-а хвиля) — шлях сталого розвитку людства у XXI столітті // Економіст. — 2011. — № 1. — С. 20—23.

9. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы). — М.: Россия Молодая, 1994. — 367 с.
10. Alekseeva E.K. Rural ethnocultural landscape of lamunkhinsky evens // Science, Technology Science and Higher Education. — 2012. — Vol. I. — P. 474—478.
11. Lewontin R.C. The Triple Helix. Gene, Organism and Environment. — Cambridge Mass. Harvard University Press, 2000. — 136 p.
12. Yelizarov M.V. The state within the social and cultural space of contemporary society // Science, Technology Science and Higher Education. — 2012. — Vol. I. — P. 596—601.

**АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОЛЫНЕЙ
ARTEMISIA LERCHEANA, A. SIVERSIANA
И A. MACRANTHA**

Ишмуратова Маргарита Юлаевна

*канд. биол. наук, доцент института «Болашақ»,
г. Караганда*

Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы

*канд. хим. наук, доцент ЕНУ, г. Астана
E-mail: syerlan75@yandex.kz*

Использование природных растительных ресурсов, источниками которых служат дикая флора, является одной из важнейших проблем современного ресурсоведения. Поиск в природной флоре видов, содержащих в своем составе биологически активные вещества; учет их ресурсов, фитохимическое, фармакогностическое исследование и интродукция — является необходимым условием для создания устойчивой сырьевой базы.

В Казахстане собственная фармацевтическая промышленность развита крайне слабо и способна удовлетворять потребности Республики в объеме не более 3—5 %. Остальная часть лекарственных средств закупается в ближнем и дальнем зарубежье. Остро стоит вопрос о развитии собственного фармацевтического производства полного цикла: от сырья и субстанций — до готовых лекарственных форм.

Это служит стимулом для более широкого применения в медицинской практике лекарственных растений. Большой интерес вызывают биологически активные терпеноиды, в частности сескви-

терпеновые лактоны, богатейшими и мало изученными источниками которых служат виды рода *Artemisia* L.

Род *Artemisia* L. является одним из крупнейших и в филогенетическом отношении наиболее молодым и совершенным родом в семействе *Asteraceae* Dumort [4], широко распространенным по всей территории Евразии [6].

Полыни являются ценообразующими элементами пустынных, полупустынных, степных и горных районов Республики и могут давать высококачественное сырье для фармацевтической, парфюмерно-косметической и пищевой промышленности.

Исходя из вышесказанного, целью настоящего исследования являлось исследование анатомического строения надземных органов 3 видов полыней, перспективных в качестве источников биологически активных веществ, и выявление микроскопических признаков для идентификации сырья.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись надземные органы (листья, стебли и соцветия) 3 видов полыней: полынь Лерховская (*Artemisia lerchiana* Web.), полынь Сиверсовская (*Artemisia sieversiana* Willd.) и полынь крупноцветковая (*Artemisia macrantha* Ledeb).

Заготовку сырья полыни Лерховской проводили в 3 декаде августа в фазе бутонизации-цветения в окр. гор Улытау (Улытауский район Карагандинской области), полыни крупноцветковой — в горах Баянаул во 2—3 декаде июля 2011 года, полыни Сиверсовской — в окрестностях г. Караганды в 2 декаде августа 2010 года.

Воздушно-сухое сырье размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [2, 5], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Рисунки выполняли при помощи аппарата РА-4М. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [1, 3].

Результаты и обсуждение

Анатомическое строение *Artemisia lercheana*

A. lercheana Web., сем. *Asteraceae* — многолетнее травянистое растение, беловато-серое от густых паутинисто-войлочных волосков; корень толстый, деревянистый, многоглавый, развивающий укороченные, деревянистые, густо олиственные бесплодные побеги, которые вместе с довольно многочисленными плодущими стеблями образуют небольшую плотную дерновину; плодущие стебли при основании восходящие или прямостоячие; 18—45 см высотой,

густо олиственные, от середины ветвящиеся. Листья бесплодных побегов и нижние стеблевые черешковые, в очертании яйцевидно-продолговатые, 2—4 см лоиной и до 1,5 см шириной, с обеих сторон беловатые от густого паутинисто-войлочного опушения, дважды-, трижды- перисто рассеченные, конечные листовые дольки узко-линейные 1—5 мм длиной, туповатые, средние стеблевые листья сидячие или коротко черешковые, при основании с перисто рассеченными ушками, в летнее время увядающие, обычно дважды перисто рассеченные. Верхние прицветные листья сидячие, простые, линейные, почти не выдающиеся из метелки. Корзинки яйцевидные или продолговато-яйцевидные, 2—3 мм длиной, сидячие или на ножках, верх торчащие или отклоненные, собранные в узко- или широкопирамидальную метелку, с боковыми веточками, косо верх направленными, слегка отклоненными от стебля. Листочки обертки бело войлочно-опушенные, наружные яйцевидные, мелкие, намного короче внутренних; внутренние продолговатые, по краю пленчатого окаймленные. Цветки обоеполые, в числе 3—5, венчик трубчатый, желтый или розовый.

Растет в степной и пустынной зонах РК, обитает на светло-каштановых и супесчаных почвах, песках, солончах, реже на залежах.

Лист. Клетки верхнего и нижнего эпидермиса равностенные, с нижней стороны меньше по размеру (рис. 1), клеточные стенки извилистые.

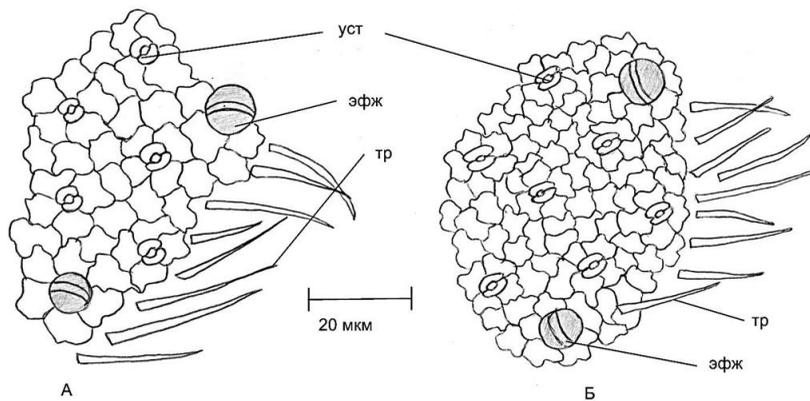


Рисунок 1. Препарат верхней (А) и нижней (Б) эпидермы листа *A. Lercheana*: уст — устьице, эфж — эфирно-масличная железка, тр — трихома

Устьица аномоцитного типа (1 устьице окружено 4 и более одинаковыми клетками эпидермиса), встречаются на обеих сторонах листа, но преобладают на нижней (амфистоматический тип). Листья густо опушены длинными простыми трихомами (волосками) и покрыты эфирно-масличными железками, округлой формы, приподнятыми над поверхностью.

На поперечном срезе лист изолатерального строения, мезофилл не дифференцирован на столбчатую и губчатую ткани (рис. 2). По периферии расположены округлые толстостенные эпидермальные клетки; хорошо просматриваются многочисленные трихомы и овальные эфирно-масличные железки. В центральной части, на месте главной жилки листа, размещается проводящий пучок, открытого типа, коллатеральный (флоэма снизу, ксилема сверху), покрытый тяжем механической ткани склеренхимы со стороны ксилемы. В боковых сторонах размещаются боковые проводящие пучки, соответствующие боковым жилкам листа.

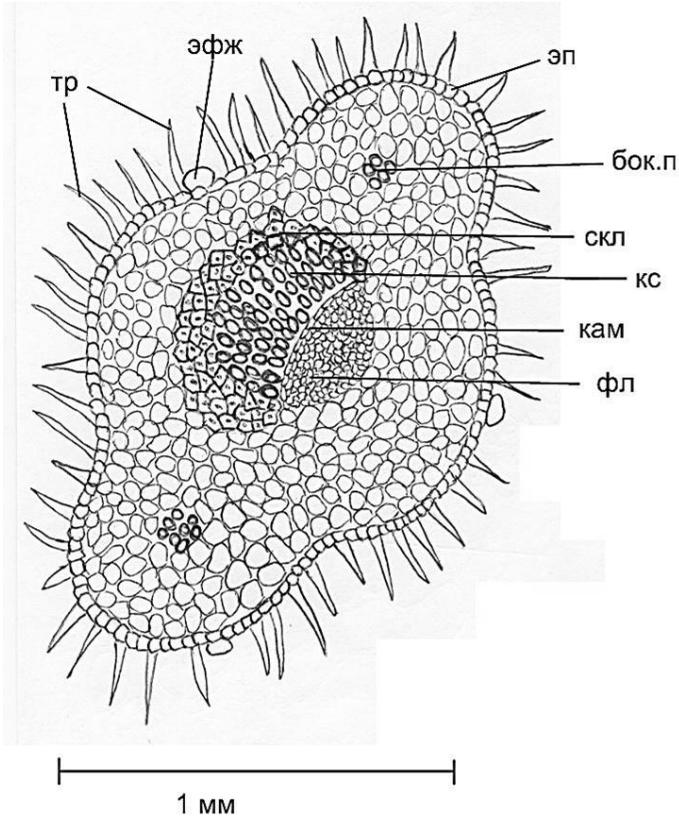


Рисунок 2. Поперечный срез листа *A. Lerscheana*: эп — эпидермис, тр — трихомы, эфж — эфирно-масличная железа, скл — склеренхима, кс — ксилема, кам — камбий, фл — флоэма, бок.п — боковой проводящий пучок

Листочки обертки корзинки. Клетки наружной эпидермы обертки заметно отличаются от клеток эпидермы листа (рис. 3), они имеют прямоугольную форму. Эпидермальные клетки травянистой части крупнее по размеру, содержат опушение из трихоминых волосков и многочисленные эфирно-масличные железы. Просматриваются темно-окрашенные вместилища с эфирным маслом схизогенного происхождения. Эпидермис пленчатого края состоит из мелких прозенхимных клеток с немногочисленными трихомами.

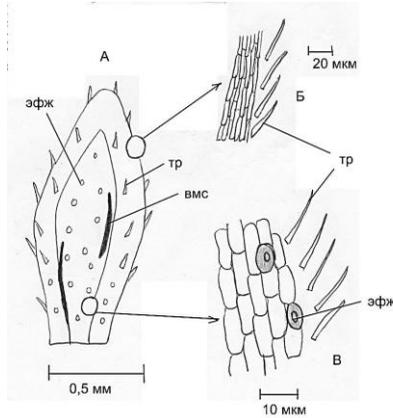


Рисунок 3. Поверхностный препарат наружной эпидермы листочка обертки *A. Lercheana*: А — листочек обертки, Б — эпидермис пленчатого края, В — эпидермис травянистой части; эфжж — эфирно-масличные железки, тр — трихомы, вмс — схизогенные вместилища

Цветок. Клетки эпидермиса сростнолепестного трубчатого венчика обоеполого цветка вытянуты вдоль оси цветка (рис. 4). На поверхности размещены эфирно-масличные железки, преимущественно в нижней части; округлой формы, приподнятые над поверхностью, состоящие из 8 клеток, расположенных в 2 ряда и 4 яруса.

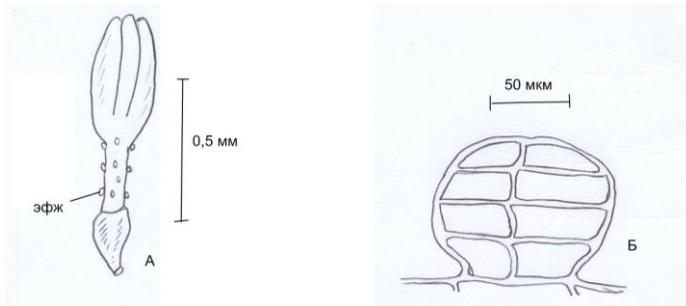


Рисунок 4. Поверхностный препарат цветка *A. Lercheana*: А — обоеполой цветок, Б — внешний вид эфирно-масличной железки; эфжж — эфирно-масличная железка

Анатомическое строение *A. macrantha*

Клетки верхнего и нижнего эпидермиса извилисто-стенные, на нижней стороне клетки крупнее по размеру (рис. 5).

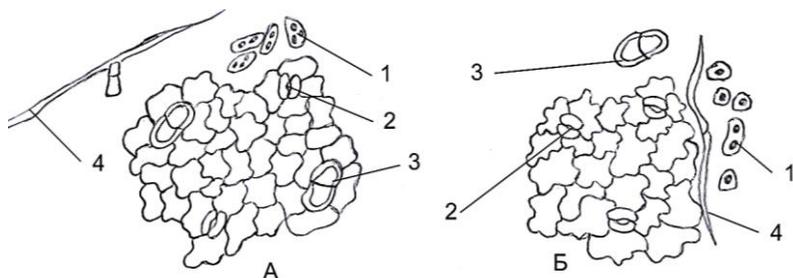


Рисунок 5. Препарат листа *A. macrantha* с поверхности. Ув. 15x40; А — верхний эпидермис, Б — нижний эпидермис, 1 — паренхимные клетки с камнями эфирного масла, 2 — устьица, 3 — эфирно-масличные железы, 4 — Т-образный волосок

Устьица аномоцитного типа (оказаны 4 и более клетками эпидермы) и встречаются на обеих сторонах листа. Листья опушены Т-образными волосками. Эфирно-масличные железы крупные, бобовидной формы, приподнимаются над поверхностью эпидермиса. На поперечном срезе видно, что они располагаются на небольшой ножке, внутри секреторные клетки расположены в 2 ряда и 4 яруса.

Цветки в цветочной корзинке полыни крупноцветковой двух типов: многочисленные обоеполые и редкие пестичные, расположенные по краям корзинки (рис. 6). Обоеполый цветок широко-трубчатый, хорошо просвечиваются тычинки, эфирно-масличные железы сидячие и многочисленные. Пестичный цветок узко-трубчатый, эфирно-масличные железы сидячие и многочисленные.

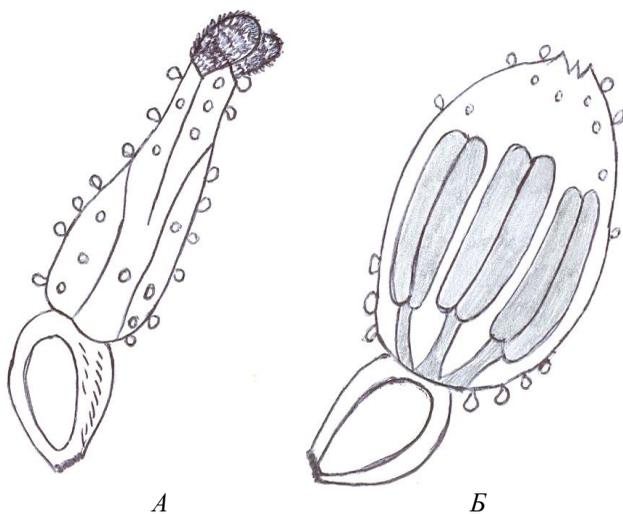


Рисунок 6. Внешний вид обоеполого (А) и пестичного (Б) цветка *A. macrantha*. Ув. 15x20

Листочки обертки наружные — линейные, травянистые; внутренние — эллиптические, в центральной части травянистые, по краям — пленчатые (рис. 7).

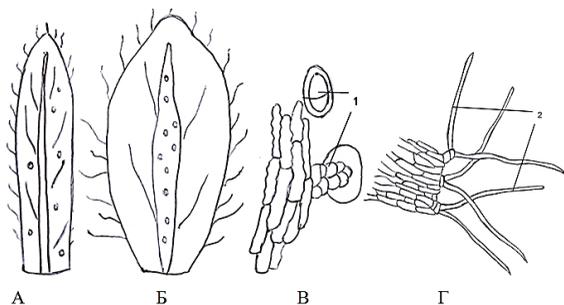


Рисунок 7. Строение эпидермиса листочков обертки *A. macrantha*. Ув. 15x20; А — наружный листочек обертки, Б — внутренний листочек обертки, В — эпидермис травянистой части, Г — эпидермис пленчатого края, 1 — эфирно-масличные железы, 2 — Т-образные волоски

Стебель на поперечном срезе округло-ребристый, по периферии расположен однослойный эпидермис (рис. 8).

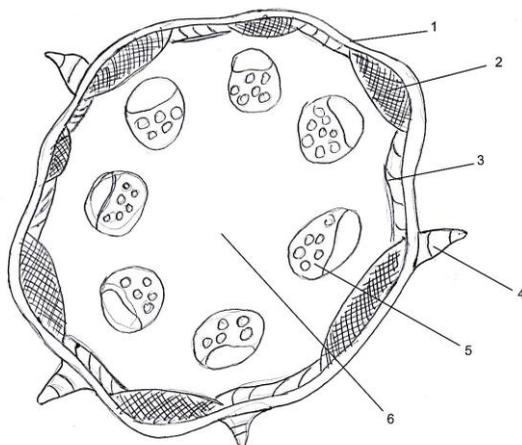
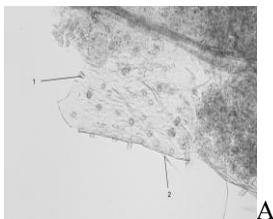


Рис. 8. Схема поперечного среза стебля *A. macrantha*. Ув. 15x20; 1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — хлоренхима, 4 — волосок, 5 — проводящий пучок, 6 — сердцевинная паренхима

Под эпидермисом в углах залегает механическая ткань — уголковая колленхима. Между углами расположена хлоренхима, выполняющая функцию фотосинтеза. Проводящая система пучкового типа. Пучки коллатеральные, закрытого типа. Внутренняя часть заполнена сердцевинной паренхимой.

Анатомическое строение *A. sieversiana*

При рассмотрении препарата листа с поверхности можно отметить клетки верхнего и нижнего эпидермиса округлые по форме, сильно-извилистостенные, с тонкими стенками (рис. 9), на нижней стороне клетке немного меньше по размеру.



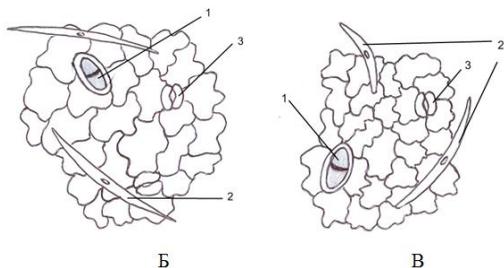


Рисунок 9. Поверхностный препарат листа *A. sieversiana*. Ув. 15x20; А — фотография эпидермиса листа, Б — верхний эпидермис, В — нижний эпидермис; 1 — эфирно-масличная железа, 2 — Т-образный волосок, 3 — устьице

Устьица аномоцитного типа (устьице окружено 4 и более одинаковыми по строению клетками основной эпидермы), расположены на обеих сторонах листа. По поверхности листа разбросаны Т-образные волоски, на верхней — только крупные, на нижней встречаются и более мелкие по размеру. Волоски расположены гуще на верхней стороне листа. Эфирно-масличные железы многочисленные, приподнимающиеся над поверхностью, бобовидной формы с заметной поперечной перетяжкой, размещены на обеих сторонах листа. Основные клетки эпидермы покрыты слоем кутикулы.

На поперечном срезе лист (рис. 10) удлинённый, дорзо-вентрального строения. Основные клетки эпидермиса на поперечном сечении крупные, овальной формы с утолщёнными стенками. Хорошо просматриваются Т-образные волоски и приподнятые над поверхностью эфирно-масличные железы.

Мезофилл дифференцирован на губчатую и столбчатую ткани. Губчатая ткань расположена в центральной части листа, по периферии располагается 1—3-слойный столбчатый мезофилл. В слое губчатого мезофилла отмечены темно-окрашенные кристаллы, вероятно, оксалата кальция.

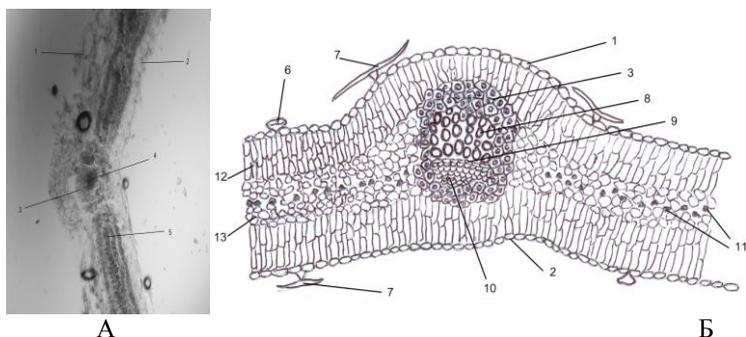


Рисунок 10 - Поперечный срез листа *A. sieversiana*. Ув. 15x20; А — фотография среза, Б — участок среза в области главной жилки; 1 — нижний эпидермис, 2 — верхний эпидермис, 3 — склеренхима, 4 — проводящий пучок, 5 — мезодерма, 6 — эфирно-масличная железа, 7 — Т-образный волосок, 8 — ксилема, 9 — камбий, 10 — флоэма, 11 — кристаллы, 12 — столбчатый мезофилл, 13 — зубчатый мезофилл

В области главной жилки расположен проводящий пучок, открытого типа, коллатеральный (ксилема сверху, флоэма снизу). Пучок окаймлен механической тканью склеренхимой, особенно со стороны ксилемы — в виде «шапки».

На поперечном срезе (рис. 11) стебель округлой формы, многогранный. С наружной стороны стебель покрыт 1-слойным эпидермисом, состоящим из прямостенных, вытянутых клеток; длина их в 1,5—2 раза превышает ширину. По всему эпидермису стебля распределены простые и Т-образные волоски, тех же типов, то и у листа.

По углам локализуются участки уголковой колленхимы, между ними крупные продолговатые клетки хлоренхимы, прилегающие к 1-рядной эндодерме. Проводящая система пучкового типа. Пучки коллатеральные, открытые, представлены 2—3 рядами мелких клеток флоэмы и ближе к центру цепочками ксилемы. Камбиальная зона выражена слабо. Проводящая зона сильно склеренхиматизирована. Сердцевина стебля представлена крупными округлыми, рыхло-расположенными клетками сердцевинной паренхимы.

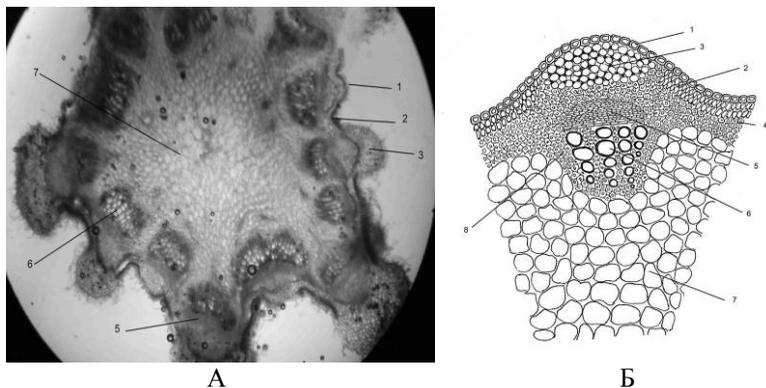


Рисунок 11 - Поперечный срез стебля *A. sieversiana*. Ув. 15x20;
А — фотография среза, Б — сектор среза; 1 — эпидермис,
2 — хлоренхима, 3 — колленхима, 4 — эндодерма, 5 — флоэма,
6 — ксилема, 7 — сердцевинная паренхима, 8 — склеренхима

Таким образом, нами проведено анатомическое строение трех видов полыней *Artemisia lercheana*, *A. sieversiana* и *A. macrantha*, произрастающих в Казахстане. В качестве диагностических признаков для измельченного сырья можно использовать форму и размеры клеток эпидермиса, строение и расположение эфирно-масличных железок и трихом.

Список литературы:

1. Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: МГУ, 1980. — 560 с.
2. Долгова А.А., Ладыгина Е.Я. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. — 255 с.
3. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига, 2007. — 512 с.
4. Поляков П.П. Род *Artemisia* L. // Флора СССР, М.-Л., 1961. — Т. 26. — С. 403—625.
5. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. — 206 с.
6. Флора Казахстана. Т. 9. — Алма-Ата, 1966. — 425 с.

3.2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

АМАРАНТ КУЛЬТУРА С ХОРОШИМИ КОРМОВЫМИ ДОСТОИНСТВАМИ

Юусифов Назим Магамед оглы

д-р. сел-хоз. наук, профессор, АГАУ, г. Гянджа

E-mail: nazim.yusifov.40@mail.ru

Даидамиров Камандар Шукур оглы

канд. биол. наук, доцент, АГАУ, г. Гянджа

Амиров Шахин Агамир оглы

канд. хим. наук, доцент, АГАУ, г. Гянджа

Кулиева Нурлана Акиф кызы

докторант АН Азербайджана, ассистент АГАУ, г. Гянджа

E-mail: nurlanka82@mail.ru

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития народного хозяйства является животноводство, которое во многом зависит от уровня производства высококачественных кормов. Поэтому большое значение приобретает организация кормопроизводства на орошаемых землях, на основе создания высокопродуктивных агроценозов путем подбора культур и интродукция новых видов, которые наиболее эффективно используют биоклиматические ресурсы зоны.

Важным резервом кормопроизводства является подбор и возделывание новых высокоурожайных, достаточно солеустойчивых кормовых культур, характеризующихся как высоким содержанием белка, так и сбалансированностью по питательным веществам — аминокислотам, витаминам, макро- и микроэлементам.

Состояние кормопроизводства Азербайджанской Республики значительно отстает от потребностей животноводства как по количеству производимых кормов, так и по их качеству.

Большим резервом в решении задачи увеличения производства и качества кормов служит интродукция новых кормовых культур.

Длительное изучение нами полезных кормовых растений нашей Республики и широкое использование мировых растительных ресурсов позволили выделить многие виды кормовых растений, отличающихся высокой питательностью и урожайностью [2].

Одним из таких культур, является амарант. Амарант — растение рода *Amaranthus* L. новая культура для условий Азербайджанской Республики.

По питательным свойствам амарант в отличие от традиционных кормовых растений абсолютный чемпион по содержанию высококачественного растительного белка. Белок амаранта превосходит любые растительные и животные белки [1].

Однако несмотря на явные преимущества амаранта по сравнению с другими кормовыми культурами, вопрос внедрения в кормопроизводства нашей Республике решен в настоящее время далеко не полностью.

Поэтому исследование возделывания амаранта, как кормовой культуры, в нашей Республике и влияние полученных из него продуктов на физиологические показатели и продуктивность сельскохозяйственных животных открывают новые возможности для использования этой перспективной кормовой культуры в отечественном кормопроизводстве [3].

Главным преимуществом амаранта — большая урожайность, устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Благодаря высокому качеству белка содержащего незаменимые аминокислоты, различные виды амаранта вызывают значительный научный интерес с точки зрения их интродукции в Республике. Хорошо изучена способность амаранта приспосабливаться к недостатку влаги и засолению почвы, что характерно для нашей Республики. В последние годы получены данные об адаптации некоторых видов амаранта (Багряной, Ультра, Лера, Сем, Харьковский, Гигант) и некоторых гибридных форм в условиях нашей Республики.

Наша работа посвящена изучению структурных, биологических, физиологических и биохимических особенностей, а также разных форм и видов амаранта в условиях Азербайджана.

Поскольку амарант — новая культура для нашей Республики, необходимо детальное изучение возможностей амаранта как кормовой, так и зерновой культуры по сравнению с возможностями других традиционных культур возделываемых в Азербайджане.

*Таблица 1.***Химический состав надземной части растений амаранта в разные фазы вегетации растений (% от воздушно-сухого состояния)**

Питательные вещества	Фаза вегетаций растения		
	Цветение	Начало плодоношения	Молочно-восковая спелость семян
Первоначальная влага	83,66	77,49	74,75
Гигровлага	6,13	5,80	4,81
Общий азот	3,47	2,49	2,38
Сырой протеин	21,68	15,56	14,87
Сырой жир	4,80	4,38	4,33
Сырая клетчатка	17,987	22,87	23,06
БЭВ	33,86	38,74	41,76
Растворимые углеводы	3,93	2,80	1,81
Сырая зола	15,55	12,65	11,17
Кальций	2,28	1,78	1,64
Фосфор	0,44	0,49	0,42
Каротин, мг/кг	23,50	22,89	24,95

Амарант все чаще привлекает ученых и сельхозпроизводителей высокой урожайностью биомассы (2000—3000 ц) и зерна (20—30 ц) наличием большого количества белка, засухоустойчивостью, хорошей отзывчивостью на агротехнику, адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям, низкой нормой высева семян, интенсивностью роста, устойчивостью к болезням и вредителям.

Как показывают результаты наших исследований, химический состав надземной части растений амаранта отличаются в разные фазы вегетации.

Данные таблицы 1 показывают, что на протяжении вегетации химический состав амаранта изменяется. В нем много содержится воды и чем моложе растение, тем ее больше.

По мере старения в амаранте уменьшается содержание сырого протеина и сырого жира.

Уровень сырой клетчатки по фазам вегетации растения наоборот повышается.

В белке амаранта содержится много незаменимых аминокислот, таких как лизин, метионин и др. чем и определяется его высокая ценность (табл. 2).

Таблица 2.

**Сравнительное содержание аминокислот в белках амаранта,
% воздушно-сухого вещества**

Аминокислоты	мг/1000 г
Пролейцин	4,8—6,2
Лейцин	7,5—9,2
Лизин	7,0—9,1
Метионин	5,9—7,5
Фенилаланин	9,6—12,5
Треонин	4,0—5,8
Триптофан	1,4—2,2
Валин	5,7—7,2

Белок амаранта легко усваивается животными организмами, так как хорошо сбалансирован по составу аминокислот.

Зеленая масса и зерно находят широкое применение в натуральном состоянии и являются сырьем для получения ценных продуктов переработки.

Свежая зеленая масса амаранта обладает высокой питательной ценностью и является прекрасным кормом для свиней и птицы, а его смеси со злаковыми культурами успешно используются, как корм крупного рогатого скота и овец.

По литературным данным, кормление животных только свежим амарантом в течение 2—3 недель не вызывает никаких вредных последствий, а жирность молока увеличивается на 0,2—0,3 %.

Из зеленой массы амаранта может быть приготовлена высококачественная витаминно-травяная мука, которая хорошо хранится и с успехом используется в качестве добавки для обогащения белком других кормов.

Из амаранта в смеси с кукурузой и другими культурами готовят хороший комбинированный силос с высоким содержанием протеина.

Путем несложной переработки из зеленой массы амаранта получают ценный белково-аминокислотный концентрат, добавление которого к любому малоценному корму значительно повышает продуктивность животных.

Зерно амаранта содержит 16—18 % белка, 60 % крахмала и 8 % жира. При использовании на корм зерна его подвергают тепловой или механической обработке для разрушения прочной оболочки. Из него готовят также брикеты, гранулы, липо-протеиновые комплексы, а после извлечения масла и других веществ получают высококачественный жмых.

Из опыта США и других стран известно, что особенно эффективно используется зерно амаранта при откорме бройлеров. Во многих странах зерно амаранта используется в пищу для обогащения легко усвояемым белком хлебных и кондитерских изделий и т. п.

Зерно амаранта может широко применяться для улучшения качества фуража, комбикормов и спецконцентратов, а масло — в лечебных целях.

Интенсификация кормопроизводства предусматривает наряду с возделыванием хорошо изученных и широко распространенных культур, также внедрение в производство новых малораспространенных кормовых культур, отличающихся высокой урожайностью и хорошими кормовыми достоинствами. Среди них большой интерес представляет амарант, отличающийся высокой урожайностью, повышенным содержанием питательных веществ и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды. Именно поэтому необходимо в кратчайшие сроки добиться широкого распространения и использования амаранта в кормопроизводстве Азербайджана [4].

Список литературы:

1. Чернов И.А., Земляной Б.Я. Амарант фабрика белка. — Казань: Изд. Казанского Университета, 1991. — 91 с.
2. Юсифов Н.М. Кормовые ресурсы и пути улучшения их питательности. — Баку: Азернешр, 1988. — 208 с.

3. Юсифов Н.М., Дашдемиров К.Ш. Биохимические особенности амаранта возделываемого в Азербайджанской Республике: Material's II International Conference on "Urgent Problems of Biochemical Theories", November 25—27, Гянджа 2011, с. 239—242
4. Юсифов Н.М., Дашдемиров К.Ш., Амиров Ш.А., Кулиева Н.А. Возделывание амаранта в Азербайджанской Республике // Актуальные проблемы естественных и математических наук: материалы международной, заочной научно-практической конференции тезисы докладов (Новосибирск, 4 март). — Новосибирск, 2013. — С. 63—67.

3.3. БОТАНИКА

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЪЕДОБНЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ (BASIDIOMYCETES) ЮГА ОСТРОВА САХАЛИН

Зарипова Мария Александровна

студент 4 курса кафедры геологии и природопользования ТНИ

г. Южно-Сахалинск

E-mail: bykafka@bk.ru

Белянина Яна Павловна

старший преподаватель ТНИ

г. Южно-Сахалинск

Существует множество съедобных грибов, регулярно выращиваемых и собираемых во всём мире. Грибы обладают специфическим вкусом и запахом, некоторые из них являются деликатесами и имеют высокую цену.

Почти все, известные нам грибы обладают не только ценными пищевыми и гастрономическими, но и целебными качествами.

Грибы содержат минеральные вещества: калий, фосфор, серу, магний, натрий, кальций, хлор, и витамины А (каротин), витамины группы В, витамин С, большие количества витамина D и витамина РР.

В грибах так же имеются ферменты, которые, ускоряя расщепление белков, жиров и углеводов, способствуют лучшему усвоению пищи [2, с. 5—13, 4, с. 89, 90].

Наиболее высокоразвитой группой грибов считаются Базидиомицеты (*Basidiomycetes*). Базидиомицеты или базидиальные грибы — отдел царства грибов, включающий виды, производящие споры в булавовидных структурах, именуемых базидии. Относятся к подцарству высших грибов (*Dikarya*). В отдел включено множество съедобных и лекарственных видов [1, с. 206].

Одной из главных проблем биологического и экологического образования, а в частности изучение биологического разнообразия о. Сахалин, является отсутствие учебных и наглядных материалов, а также доступной информации о видовом разнообразии съедобных и лекарственных грибов острова Сахалин, в частности южной части.

Цель работы — провести инвентаризацию видового разнообразия съедобных и лекарственных грибов юга острова Сахалин и приурочить их к основным типам растительных сообществ.

Анализ видового разнообразия грибов юга острова Сахалин класса *Basidiomycetes* показал следующее. Общее число видов грибов, произрастающих на юге о. Сахалин составило 79 видов из 20 родов и 14 семейств, по 18 видам данные временно отсутствуют. По данным В.М. Еремин «Красная книга Сахалинской области. Том растения» на юге острова Сахалин встречается 10 видов грибов *Basidiomycetes* занесенных в красную книгу; 6 видов отнесены к 1 категории, как — угрожаемый вид; остальные 4 вида определены как — уязвимые, и относятся ко 2 категории (Рисунок 1) [5, с. 257; 6, с. 299].

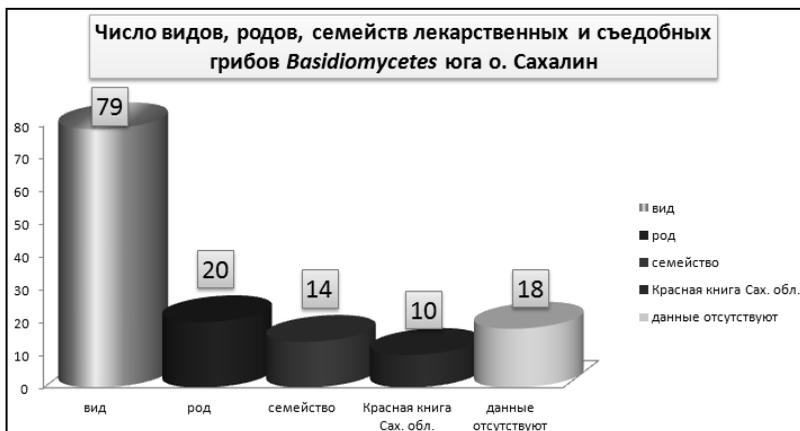


Рисунок 1. Число видов, родов и семейств лекарственных и съедобных грибов *Basidiomycetes* юга острова Сахалин

Наибольшее количество видов принадлежит семейству *RUSSULACEAE* — Сыроежковые — 41 вид; 19 видов насчитывает семейство *CORTINARIACEAE* — Паутинниковые; семейство *AGARICACEAE* — Агариковые, шампиньоновые включает 6 видов; по 2 вида насчитывает семейства *GOMPHIDIACEAE* — Мокруховые и *TRICHOLOMATACEAE* — Рядовковые; по 1 виду семейства *HYMENOGASTRACEAE* — Гименохетовые, *MARASMIACEAE* — Негниючниковые, *SPARASSIDACEAE* — Спарассисовые, *LENTINACEAE* — Лентиновые и др. (Рисунок 2) [4, с. 89; 5, с. 257].

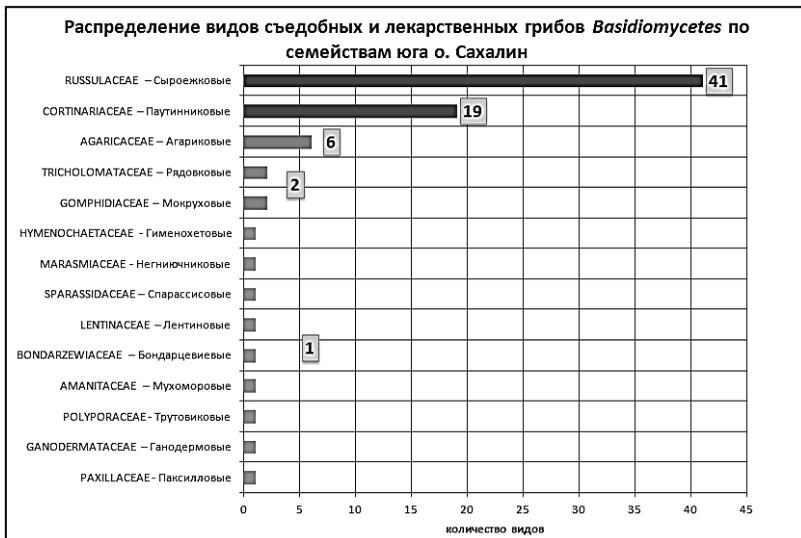


Рисунок 2. Распределение видов съедобных и лекарственных грибов *Basidiomycetes* по семействам юга острова Сахалин

По родам исследуемые виды грибов распределились следующим образом: 22 вида — род *Russula* (Сыроежка); 19 видов — род *Lactarius* (Груздь, млечник); 12 видов — род *Cortinarius* (Паутинник); по 3 вида — род *Macrolepiota* (Гриб-зонтик, макролепиота), род *Agaricus* (Шампиньон), *Galerina* (Галерина); по 2 вида — род *Catathelasma* (Рядовка), *Gomphidius* (Мокруха), *Gymnopilus* (Гимнопил); по 1 виду — род *Naucoria* (Наукория), *Phaeocollybia* (Феоколлибия), *Hygrophoropsis* (Гигрофоропсис), *Ganoderma* (Ганодерма), *Fomes*, *Amanita* — Мухомор, *Bondarzewia* — Бондарцевия, *Pleurotus* — Вешенка, *Sparassis* — Спарассис, *Lentinula* — Лентинула, *Inonotus* — Трутовик [1, с. 206; 5, с. 257].

По данным «Нормативные материалы для таксации лесов Сахалина и Камчатки, 1986 г» на юге острова Сахалин выделено восемь фитоценозов. Распределение видов съедобных и лекарственных грибов *Basidiomycetes*, показало следующее: 40 видов встречаются в Елово-Пихтовых и Березняках; 32 вида произрастают в зарослях кедрового стланика; 31 вид — в пойменных лесах; 26 видов — лиственный фитоценозе; 17 видов — дубовые леса; 14 видов — открытые склоны, луга, гари; 12 видов приурочены к болотной растительности [7, с. 143].

Анализ литературных источников по целевому назначению видов грибов *Basidiomycetes* показал, что в съедобных целях можно использовать — 54 вида, в лекарственных — 7 видов, произрастающих на юге острова Сахалин (Рисунок 3) [2, с. 5—202].



Рисунок 3. Распределение видов грибов *Basidiomycetes* о. Сахалин по целевому назначению

Лимитирующие факторы видового разнообразия грибов юга острова Сахалин:

- Нарушение мест произрастания: Вырубка лесов, сведение лесов после вырубки и пожара, лесозэксплуатация, строительство дорог и трубопроводов.
- Пожары.
- Сдирание и вытаптывание лесной подстилки.
- Сбор населением для пищевых целей в неумеренном объеме, рекреационное воздействие.
- Хозяйственная деятельность человека, приводящая к удалению валежа, уничтожение сухой древесины [6 красная книга].

Перспективой исследования является следующее:

По завершению первого этапа проекта планируется на летне-осенний период провести геоботанические исследования с целью уточнения распределения видов съедобных и лекарственных грибов

Basidiomycetes по районам юга острова Сахалин и создание наглядного пособия.

Список литературы:

1. Азбукина З.М. Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Том 1 и 3. — Л.; Спб.: Наука 1990—1995.
2. Васильева Л.Н. Съедобные грибы Дальнего Востока. — Владивосток: Дальневосточное книжное изд-во, 1978. — 240 с.
3. Вишневский М.В. Самые распространенные съедобные грибы: справочник — определитель начинающего грибника. — М.: АСТ: Астрель, 2010. — 64 с.
4. Горленко М.В., Бондарцева М.А. и др. Грибы СССР. — М.: Мысль, 1980. — 303 с.
5. Денисова Я.В., Белянина Я.П., Еременко И.В., Картушина Е.А. Биоразнообразие Сахалинской области. — Ю.-Сах.: изд-во СахГУ, 2012. — 400 с.
6. Еремин В.М. Красная книга Сахалинской области. Том растения. — Ю.-Сах.: Ю.-Сах изд-во, 2005. — С. 299—320.
7. Нормативные материалы для таксации лесов Сахалина и Камчатки. — Ю.-Сах: 1986. — 814 с.
8. Российская Академия Наук Дальневосточное Отделение. Северо-Восточный Комплексный Научно-Исследовательский Институт [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://academnet.neisri.ru>.

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСЮРЕИ СОЛОНЧАКОВОЙ (*SAUSSUREA SALSA* (PALL.) SPRENG)

Ишмуратова Маргарита Юлаевна

канд. биол. наук, доцент института «Болашақ», г. Караганда

Сүлеймен Ерлан Мэлсұлы

канд. хим. наук, доцент ЕНУ, директор института прикладной химии,
г. Астана

E-mail: syerlan75@yandex.kz

Saussurea salsa (Pall.) Spreng. (сосюрея солончаковая) — травянистый стержнекорневой многолетник сем. Asteraceae. Цветет в конце июля-августе. Растет на засоленных лугах. Популяция небольшая. Встречается в России (Заволжье, Нижне-Донском, Нижне-Волжском флористических районах, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири), на Украине, в Средней Азии, Иране, Монголии. Евразийский солончаковый вид.

На основе экстракта *S. salsa* в Казахстане разработан препарат «Саусалин», обладающий комплексным фармакологическим действием, включающим не только противопаразитарную, но и противовоспалительную и спазмолитическую активность. Препарат нарушает синтез клеточной стенки простейших и применяется для лечения лямблиоза и описторхоза. Терапевтическое действие сравнимо с антигельминтным препаратом битрицидом (празиквантел) [1, 7]. Исследованиями, проведенными в АО «НПЦ «Фитохимия» *in vivo* и *in vitro* доказано наличие контрацептивных свойств экстракта *S. Salsa* [6].

Из экстракта *S. salsa* ранее были выделены сесквитерпеновые лактоны [9], алкалоиды [8].

С целью комплексного изучения ценного сырья нами проведено изучение анатомического строения *Saussurea salsa*.

Материалы и методы.

Заготовку сырья *S. salsa* проводили вдоль трассы Астана-Павлодар в 1 декаде августа 2011 года.

Исследовались надземные органы (листья, стебли и соцветия). Воздушно-сухое сырье размачивали в горячей воде и размягчали в смеси глицерин-спирт-вода дистиллированная в соотношении 1:1:1 [3, 5], кипятили в 5 %-ном водном растворе гидроксида калия. Изготавливали поверхностные препараты и срезы вручную. Микро-

препараты фотографировали с использованием цифровой камеры Sony DSC-S930, рисунки зарисовывали на основе полученных фотоснимков.

При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах В.Н. Вехова, Л.И. Лотовой [2, 4].

Анатомия.

Клетки верхнего и нижнего эпидермиса листа многоугольные со слабо извилистыми стенками, с волнистой кутикулой; на нижней стороне меньше по размеру (рис. 1). Устьица многочисленные, аномоцитного типа. Волоски 3-х типов: простые многоклеточные, конические и железистые, встречаются на обеих сторонах листа. Эфиромасличные железки по типу сложноцветных, с поверхности овальные с поперечной перегородкой, сидящие в углублениях эпидермиса.

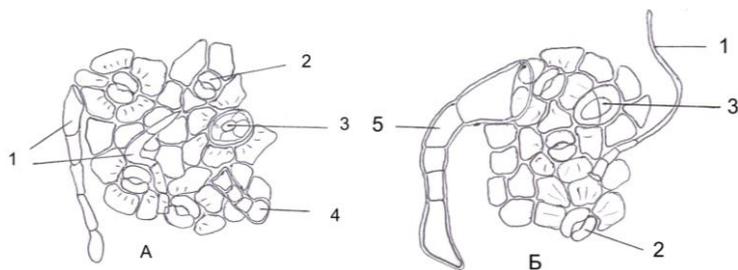


Рисунок 1. Лист *S. salsa*. Препарат с поверхности. Ув. x 300, А — верхний эпидермис, Б — нижний эпидермис; 1 — простой волосок, 2 — устьице, 3 — железка, 4 — железистый волосок, 5 — простой волосок

Поперечный срез листа: лист на поперечном срезе имеет изолатеральное строение с недифференцированным мезофиллом (рис. 2). Клетки эпидермиса на срезе округлой формы, толстостенные. Под эпидермисом в области главной жилки расположены участки колленхимы. Проводящий пучок коллатеральный, закрытого типа, с обеих сторон окружен тяжами механической ткани склеренхимы. В мезофилле листа отмечены секреторные ходы.

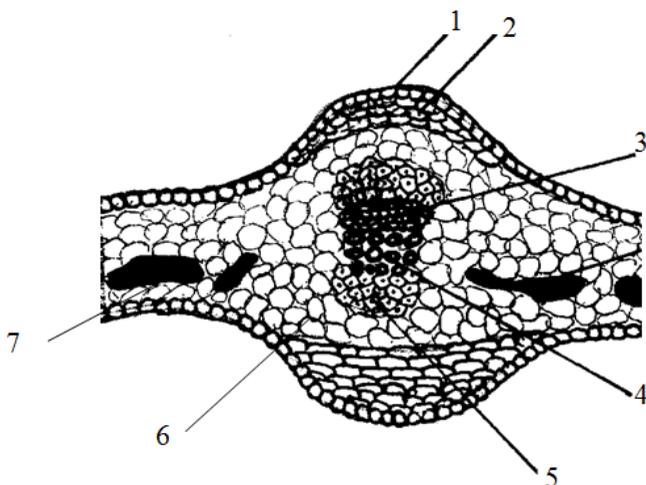
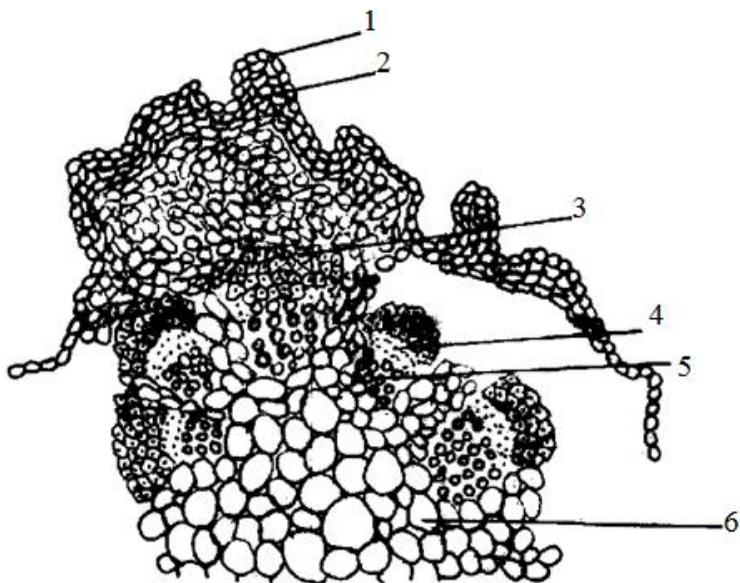


Рисунок 2. Поперечный срез листа *S. salsa*. Ув. x 300;
1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — флоэма, 4 — ксилема,
5 — склеренхима, 6 — мезофилл, 7 — секреторные ходы

На поперечном срезе стебель соссюреи солончаковой округлый, сильно-ребристый (рис. 3). По периферии стебля по углам расположены участки колленхимы, между ними — хлоренхима. Проводящие пучки крупные, биколлатеральные, открытые; состоят из флоэмы, расположенной по периферии пучков, и ксилемы, направленной к центру. Пучки имеют обкладку из склеренхимы, которая образует над ними тяжи в виде «шапок». Сердцевина рыхлая, состоящая из округлых клеток, межклетники почти не выражены.

Цветочные корзинки соссюреи солончаковой 2—3 см длиной и 0,5—1 см в диаметре; обертки черепитчатые; листочки их тупые, наружные — яйцевидные, внутренние — продолговатые, кверху суженные; по краям пленчатые, к центру — травянистые. Клетки эпидермиса наружной стороны мелкие, продолговатой формы, прямостенные (рис. 4). На поверхности отмечены простые и железистые волоски, а также округлые железки с эфирным маслом.



**Рисунок 3. Поперечный срез стебля *S. salsa*. Ув. x 160;
 1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — склеренхима, 4 — флоэма,
 5 — ксилема, 6 — сердцевинная паренхима**

На поперечном срезе листочка обертки по периферии расположены клетки эпидермиса, продолговато-овальной формы, с утолщенными стенками. Под ними колленхима, которая многослойная с наружной стороны листочка обертки и однослойная с внутренней стороны (рис. 5). Внутренняя часть листочка заполнена округлыми бесцветными рыхло лежащими клетками паренхимы. В мезофильной части линейно расположены коллатеральные проводящие пучки, закрытого типа.

Цветки в корзинке не многочисленные, обоеполые, опушенные двойным рядом длинных, жестких волосков паппуса. Венчик цветка узко-трубчатый. Клетки эпидермиса крупные, вытянутые с сильно-извилистыми стенками (рис. 6). Кутикула волнистая.

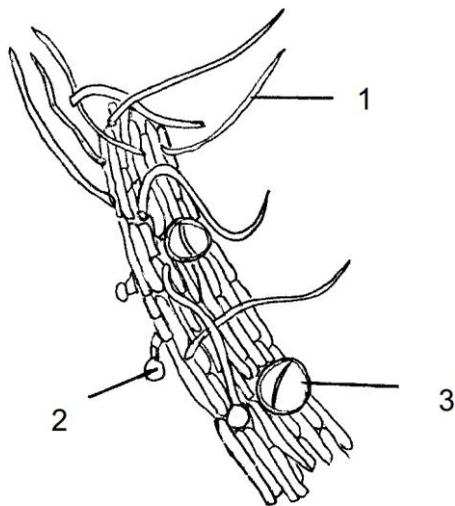


Рисунок 4. Листочек обертки S. salsa. Препарат с поверхности. Ув. X 300; 1 — простой волосок, 2 — железистый волосок, 3 — эфирномасляная железка

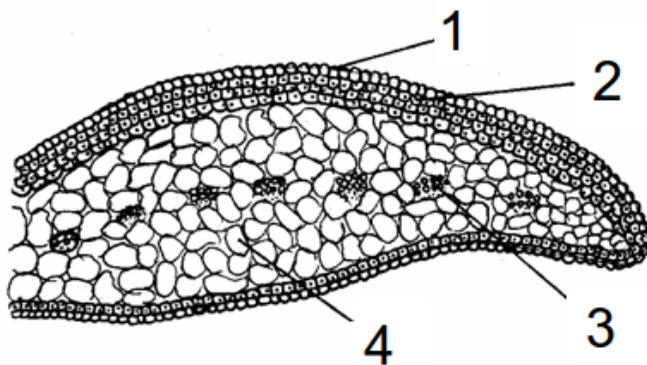
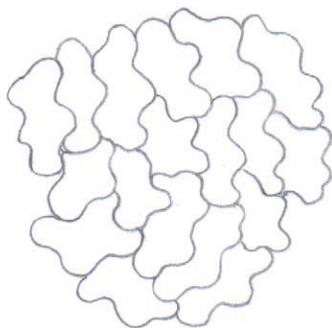


Рисунок 5. Поперечный срез листочка обертки S. salsa. Ув. x 160; 1 — эпидермис, 2 — колленхима, 3 — проводящие пучки, 4 — мезофилл



**Рисунок 6. Венчик цветка *S. salsa*. Препарат с поверхности.
Ув. x 160**

Список литературы:

1. Адекенов С.М., Пак Р.Н., Кулыясов А.Т., Драб А.И., Мартынова Е.Н., Тритэк В.С. // Химико-фармацевтический журнал. — 2006. — №4. — С. 25—28.
2. Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. — М.: МГУ, 1980. — 560 с.
3. Drab A.I., Martynova E.N., Pak R.N., Tritex V.S., Kulyyasov A.T., Adekenov S.M. Contraceptive properties of *Saussurea salsa* extract // Pharmaceutical Chemistry Journal. — 2006. — 40(4). — P. 202—205.
4. Drab A.I., Nurmukhametova K.A., Pak R.N., Adekenov S.M. Antiopisthorchotic Action of *Saussurea salsa* Extract // Pharmaceutical Chemistry Journal. — 2005. — 39(8). — P. 425—427.
5. Khashimov A.M., Smirnova L.S., Matkhalikova S.F., Yunusov S.Yu. Alkaloids of *Saussurea salsa* and *S. elegans* // Khimiya Prirodykh Soedinenii. — 1968. — 4(6). — P. 367—70.
6. Sham'yanov I.D., Abdullaev N.D., Sidiyakin G.P., Taizhanov K. Structure of the sesquiterpene lactone *eleganin* // Khimiya Prirodykh Soedinenii. — 1981. — (5). — P. 667-8.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ ИРГИ КРУГЛОЛИСТНОЙ В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ

Шестакова Анна Андреевна

магистрант 2 курса, КГУ им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау

E-mail: umnizanna@gmail.com

Жумабаева Сара Еркеновна

канд. биол. наук, и.о. проф., КГУ им. Ш. Уалиханова, г. Кокшетау

E-mail: zhumabaeva@mail.ru

Из более чем 1000 видов плодовых и ягодных растений в Казахстане возделываются около двух десятков, а широкое распространение получили лишь 10—12, среди которых малина, клубника, смородина, яблоня, груша и некоторые другие. В Северо-Казахстанском регионе не всем плодовым культурам уделено достаточное внимание. Многие полезные растения люди считают лишь декоративными или выполняющими роль живой изгороди. Плоды этих культур созревают, и их склёвывают птицы.

Одной из неосвоенных плодовых пород, богатых физиологически активными веществами, является ирга. В её плодах находят большое количество сахаров, от 0,5 до 0,9 % кислот, около 0,5 % аскорбиновой кислоты. Ирга относится к культурам с высоким содержанием Р-активных веществ. Также в ней присутствуют красящие вещества, пектин [1, с. 141].

Ирга находит широкое применение в питании, используется в качестве пищевого красителя. Благодаря Р-активным соединениям её плоды рекомендуются для укрепления сосудов [2, с. 38].

Это растение зимостойко и засухоустойчиво, что позволяет ему ежегодно и обильно плодоносить в условиях Северо-Казахстанского региона.

Северный Казахстан располагается в южной зоне Западно-Сибирской низменности; занимает лесостепную и степную зону.

Территория северного Казахстана (Акмолинская и Северо-Казахстанская области) подвержена воздействию сухих перегретых масс воздуха, поступающих из пустынь Средней Азии и Центрального Казахстана в летний период. Во время суровой малоснежной зимы зона открыта для вторжения холодных арктических и полярных масс воздуха с севера и влажных атлантических потоков с запада [2, с. 5].

Климат в северном Казахстане резко континентальный. Короткое и теплое лето; продолжительная и морозная зима с сильными ветрами и метелями.

Почвы в северном Казахстане каштановые и обыкновенные чернозёмы, для них характерен тяжёлый механический состав, повышенная солонцеватость и засоление, низкая водопроницаемость.

Рельеф территории отличается разнообразием. Большая часть представлена степями и мелкосопочниками, также имеются равнинные слаборасчлененные и речные долины, горы, покрытые лесами [3, с. 29—31].

Нами исследованы шесть образцов ирги круглолистной. В таблице 1 представлена совокупность условий произрастания исследуемых образцов ирги круглолистной.

Таблица 1.

**Условия произрастания исследуемых образцов ирги
круглолистной**

№ образца	Месторасположение	Освещённость	Наличие ветра (укрытия)	Почва	Наличие влаги в почве
1	Акмолинская область, п. Застанционное	Весь день	Укрытый нет, ветер часто	Песчаная	Часто засуха
2	Северо-Казахстанская область, с. Кирово	В утренние часы	Открыто с одной стороны, ветра почти нет	Песчаная, верхний слой чернозём	Влажно
3	Акмолинская область, с. Зеренда	Весь день	Открытая местность, ветер часто	Чернозём	Влажно
4	Акмолинская область, ж/д дачи	В дневные часы	Открытая местность, ветер редко	Чернозём	Влажно
5	Северо-Казахстанская область, с. Келлеровка	В дневные часы	Закрыто с одной стороны, но ветра мало	Суглинок	Влага задерживается
6	Акмолинская область, п. Боровое	В дневные часы	Полузакрытая местность, ветер часто	Каменная	Влага не задерживается

Период вегетации у ирги круглолистной начинается с набухания и распускания почек. У ирги круглолистной почки могут быть вегетативными и смешанными (вместе с цветками в них имеются листья, называемые прицветниками), первыми распускаются последние.

В апреле на ветвях отчётливо видны набухшие почки: если кусты растут на открытой местности — то во второй декаде, с 10 по 12 апреля, а если в укрытии — то в начале месяца — с 5 по 9. Таким образом, у растений открытой местности период набухания почек начинается позже, но более синхронно, с максимальной разницей в два дня. Тогда как растения ирги круглолистной, произрастающие в укрытых местах, начинают этот период раньше на пять дней, но у растений разных мест эта фаза может быть зафиксирована с интервалом до четырёх дней. В генеративно-вегетативных почках первыми распускаются прицветники, в это время бутоны набухают. Эта фаза длится 5—6 дней. У исследуемых образцов ирги круглолистной фаза бутонизации приходилась на 24—29 апреля у растений укрытых мест произрастания, и с 29 апреля по 6 мая у растений открытых мест.

Распускание вегетативных почек отстаёт от смешанных на 3—5 дней.

Цветение ирги круглолистной также наступает быстрее у тех растений, которые растут в укрытии: начало приходится на 29 апреля, конец — на 9—10 мая, массовое цветение — 4 мая. На кустах, растущих в открытой местности, цветение начинается 4—6 мая, массовое цветение приходится на 10—12 мая, конец — на 14—18. Таким образом, цветение ирги круглолистной длится около двух недель (10—12 дней).

На эти сроки сильное влияние оказывают климатические условия. Если весна холодная, цветение затягивается. Так происходит для возможности опыления насекомыми [4, с. 257].

Через 2—3 недели на ветвях уже отчётливо видны ярко зелёные кисти плодов. На четвёртой неделе начиная с верхушки плода начинает распространяться розовая окраска. За следующие три-четыре недели плоды созревают. Созревание плодов в кистях происходит неравномерно. Плодоношение начинается в конце июня — начале июля, длится около 15—20 дней. Сроки наступления этой фазы также зависят от мест произрастания. Растения открытых мест начинают плодоносить с 9 по 11 июля, массовое плодоношение наступает с 17 по 19, конец плодоношения приходится на 23—25 июля. Растения с более благоприятными условиями произрастания вступают в фазу плодоношения со 2 по 2 июля, заканчивают с 17 по 21, массовое плодоношение приходится на 11—15 июля.

В таблице 2 приведены сроки основных фенологических фаз исследуемых образцов ирги круглолистной. Анализ различий в условиях их мест произрастания показал следующее. На начало сокодвижения существенного влияния различия в почвенном составе

не оказывают; влияет наличие укрытия (или отсутствие ветра). На начало фазы бутонизации влияют оба фактора. Быстрее она наступает и при более богатом минеральном составе почвы, и при наличии укрытия (или отсутствии ветра). На продолжительность фазы цветения оказывает влияние наличие влаги: у растений в отсутствие влаги цветение задерживалось. На большую длительность плодоношения оказывает влияние наличие влаги и отсутствие ветра.

Таблица 2.

Фенологические фазы ирги круглолистной

№ образ-ца	Начало соко-движе-ния	Фаза бутонизации		Фаза цветения			Фаза плодоношения		
		начало	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец
1	12.04.12	1.05.12	6.05.12	6.05.12	12.05.12	18.05.12	9.07.12	17.07.12	23.07.12
2	5.04.12	24.04.12	29.04.12	29.04.12	4.05.12	9.05.12	2.07.12	11.07.12	17.07.12
3	10.04.12	29.04.12	4.05.12	4.05.12	10.05.12	15.05.12	8.07.12	15.07.12	21.07.12
4	7.04.12	25.04.12	29.04.12	29.04.12	4.05.12	10.05.12	2.07.12	12.07.12	19.07.12
5	9.04.12	29.05.12	5.05.12	5.05.12	10.05.12	14.05.12	11.07.12	18.07.12	25.07.12
6	10.04.12	30.04.12	5.05.12	5.05.12	12.05.12	16.05.12	10.07.12	19.07.12	23.07.12

Таким образом, нами были собраны данные по фенологическим фазам ирги круглолистной, произрастающей на территории северного региона Казахстана. Начало вегетации приходится на период с 5 по 12 апреля. Цветение длится 10—12 дней, с 24 апреля по 18 мая. В фазу плодоношения ирга круглолистая вступает с 26 июня по 11 июля. Массовое плодоношение наступает через 7—10 дней, завершается этот период с 17 по 25 июля.

Список литературы:

1. Афанасенко Н.А. Ваш любительский сад. — Алма-Ата: Кайнар, 1988. — 253 с.
2. Петрова П.В. Дикорастущие плоды и ягоды. М.: Лесная промышленность, 1987. — 248 с.
3. Северо-Казахстанская область. Энциклопедия. — Издание 2-е, дополненное. — Алматы: Арыс, 2006. — 672 с.
4. Физиология плодовых растений/ Пер. с нем. Л.К. Садовской, Л.В. Соловьевой, Л.В. Швергуновой; Под ред. и с предисл. Р.П. Кудрявца. М.: Колос, 1983. — 416 с.

3.4. ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЛОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ, СЕЗОНА ГЕНЕРАЦИИ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ПАРАМЕТРЫ ХРОМОСОМНОГО ИНВЕРСИОННОГО ПОЛИМОРФИЗМА GLYPTOTENDIPES GLAUCUS MG. (DIPTERA: CHIRONOMIDAE)

Винокурова Наталья Владимировна

*канд. биол. наук, доцент кафедры биоэкологии и биоразнообразия БФУ
им. И. Канта, г. Калининград
E-mail: NVinokurova@kantiana.ru*

Шмаров Вячеслав Анатольевич

*магистрант 2 года обучения направления «Биология» по программе
«Экология», кафедра биоэкологии и биоразнообразия химико-
биологического института БФУ им. И. Канта, г. Калининград
E-mail: enant@list.ru*

Актуальность темы

В связи с увеличением темпов роста хозяйственной деятельности человека неминуемо возрастают и масштабы негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, последствия которых стохастичны и поэтому крайне опасны. В настоящее время к приоритетным ксенобиотикам относятся тяжелые металлы, играющие значительную роль и в загрязнении водоемов.

Общеизвестно, что личинки семейства Chironomidae являются доминирующими видами макрозообентоса. Хирономиды имеют самые крупные в природе политенные хромосомы, которые позволяют проводить цитогенетический анализ воздействия различных токсических веществ на хромосомные перестройки, вследствие чего хирономиды представляют собой удобную модель при анализе антропогенных воздействий. Также хирономиды способны легче, чем другие водные организмы, накапливать тяжелые металлы внутри своего тела благодаря высокой проницаемости покровов [8].

Многие исследователи для биомониторинга водоёмов предлагают использовать в качестве биоиндикаторов личинок хирономид [1, 2, 5, 10, 12—16]. Большую часть аспектов использования хирономид на организменном, популяционном, экосистемном уровне биомониторинга детально рассматривает Т.Д. Зинченко [7]. Однако вопрос о воздействии тяжелых металлов на бентосные организмы и, в частности, на личинок хирономид на сегодняшний день изучен недостаточно. Одним из препятствий является определение специфичности воздействия отдельного элемента в целом комплексе токсических веществ, встречающихся в водоёмах, тем более, что показатели могут различаться в зависимости от сезона генерации и половой принадлежности особей и др. [9].

На сегодняшний день перед экологической наукой стоит задача описания принципов, упрощений и абстракций, к которым необходимо научиться сводить многообразие реального мира природы, а также необходимость построения математических моделей, отражающих сложную систему взаимосвязей в природе. В этом случае использование инструментов математического аппарата, методы графического представления многомерных данных и их моделирования можно применять в качестве специфических методов системной экологии, с помощью которых исследуются законы функционирования и развития экосистем во времени и пространстве [6].

Цель работы: выявить характер зависимости изменчивости хромосомного полиморфизма природных популяций *Glyptotendipes glaucus* Mg. нескольких водоёмов г. Калининграда от сезона генерации и половой принадлежности, а также экспериментальных выборок данного вида хирономид от содержания тяжелых металлов в экспериментальных растворах.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили первичные данные цитогенетического анализа политенных хромосом личинок хирономид *G. glaucus* IV стадии развития, собранных из 6-ти водоёмов г. Калининграда (табл. 1), а также — личинок хирономид *G. glaucus* IV стадии развития, выращенных в эксперименте из кладок, собранных в прибрежной зоне тех же водоёмов с погруженных в воду частей растений, разлагающихся макрофитов и коряг. Даты, места сборов и количество исследованных особей представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Места сбора личинок и количество исследованных особей

Название водоёма	Год сбора	Генерация	Количество особей	Количество самцов и самок
Система прудов Карасевка	2006	летняя	42	♀-11, ♂-16, н. о.-15
	2007	зимняя	12	♀-5, ♂-2, н. о.-5
	2007	летняя	24	♀-17, ♂-4, н. о.-3
	2008	зимняя	15	♀-7, ♂-6, н. о.-2
	2008	летняя	45	♀-29, ♂-15, н. о.-1
Озеро Пеньковое	2007	летняя	53	♀-31, ♂-12, н. о.-10
	2008	зимняя	43	♀-11, ♂-12, н. о.-20
	2009	летняя	46	♀-18, ♂-17, н. о.-11
Пруд Чистый	2007	летняя	46	♀-26, ♂-15, н. о.-5
	2008	зимняя	10	♀-7, ♂-2, н. о.-1
	2008	летняя	50	♀-37, ♂-4, н. о.-9
Пруд Ботанического сада РГУ	2008	зимняя	30	♀-18, ♂-10, н. о.-2
Озеро Школьное	2008	зимняя	22	♀-6, ♂-9, н. о.-7
	2008	летняя	14	♀-9, ♂-4, н. о.-1
Пруд Нижний	2009	летняя	51	♀-21, ♂-27, н. о.-3

Для изучения воздействия металлов на политенные хромосомы *G. glaucus* в лабораторных условиях были выбраны вещества — сульфат цинка (II), сульфат меди (II), сульфат железа (II), в концентрациях равных концентрациям металлов обнаруженных в грунтах исследуемых природных водоемах города Калининграда и пересчитаны на молярную концентрацию металла.

Собранный материал погружали на месте в растворы FeSO₄, ZnSO₄ и CuSO₄, а также в отстоянную воду (контроль) (2—3 кладки на концентрацию). После выклева (2—3-й день) личинок перемещали в отстоянную воду (личинки из 1 кладки на 1,5 литра воды). Кормление осуществлялось 1 раз в сутки гидролизатом дрожжей. Личинки выращивались до 4-го возраста в течение 2—4 месяцев, после чего фиксировались в спиртоуксусной смеси [3, 4].

Математическая обработка и визуализация данных проводилась с помощью методов профилограмм и регрессионного анализа с использованием пакета программ STATISTICA 5.0.

Всего из природных популяций *Glyptotendipes glaucus* было исследовано 503 особи. Из экспериментального материала было исследовано 60 особей *G. glaucus* в контроле, и 380 особей из различных концентраций исследуемых веществ.

Результаты и обсуждение

Число исследованных особей, число инверсионных последовательностей и параметры хромосомного инверсионного полиморфизма личинок хирономид в анализируемых водоемах представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Общие показатели инверсионного полиморфизма исследованных популяций *G.glaucus* города Калининграда

	Пруд Ботсада	Озеро Школьное	Озеро Пеньковое	Пруд Нижний	пруды Карасевка	Пруд Чистый
Число исследованных особей	30	36	142	51	138	106
Число инверсионных последовательностей	13	13	21	16	19	17
Число геномных комбинаций	22	16	32	18	26	19
Отношение числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций (ЧИП/ЧГК)	0,59	0,84	0,86	0,88	1,14	1,6

Анализ материала по особям мужского и женского пола дает следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3.

**Основные показатели инверсионного полиморфизма самцов
и самок *G.glaucus* из природных популяций водоемов
г. Калининграда**

Показатели полиморфизма	Оз. Карасевка n=112		Оз. Пеньковое n=101		Пруд Чистый n=91		Оз. Школьное n=28		Пруд Нижний n=48		Пруд Ботанического сада n=28	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Число особей	43	69	41	60	21	70	13	15	27	21	10	18
Число инверсионных последовательностей	14	16	12	17	10	13	11	12	13	12	11	13
Число геномных комбинаций	11	20	18	21	4	11	6	9	12	11	9	14
Отношение числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций (ЧИП/ЧГК)	1,27	0,8	0,66	0,80	2,5	1,18	1,83	1,33	1,08	1,09	1,2	0,92

Популяция, находясь в условиях стресса, начинает формировать большее количество геномных комбинаций из имеющих последовательностей дисков хромосом, а увеличение числа инверсионных последовательностей не так велико, что и приводит к закономерному уменьшению показателя отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций (ЧИП/ЧГК).

Интерпретация данных с помощью метода профилограмм позволяет собрать воедино и визуализировать данные о влиянии половой дифференциации (рис. 1) и сезона генерации (рис. 2) особей для каждого из исследуемых озер на одном графике-полигоне.

Отношение числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций в среднем ниже у самок *Glyptotendipes glaucus* по сравнению с самцами (1,02 и 1,42 соответственно), что может быть связано с более высокими генетическими адаптационными способностями особей женского пола (рис. 1).

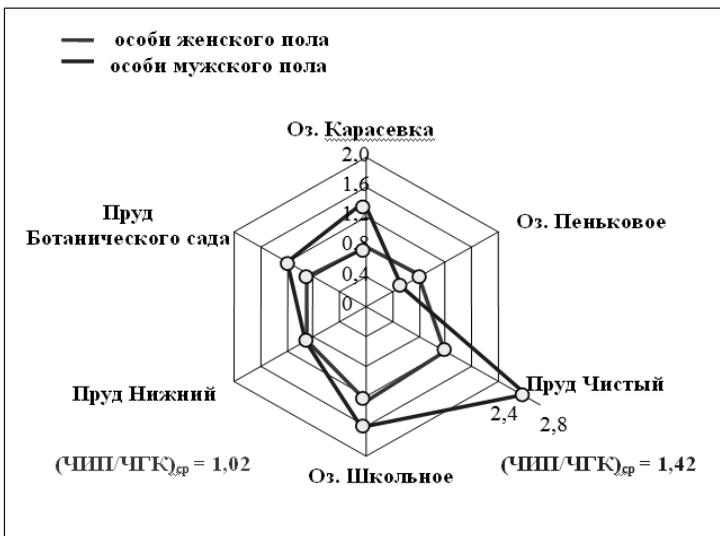


Рисунок 1. Профилограммы значений отношения числа инверсионных последовательностей к числу генотипических комбинаций (ЧИП/ЧГК) для особей *Glyptotendipes glaucus* мужского и женского пола системы водоемов г. Калининграда

Показатель отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций у особей летней генерации в среднем ниже, чем у особей зимней (1,10 и 1,29 соответственно), что может быть связано с более интенсивным процессом формирования геномных комбинаций летом в виду повышения температуры окружающей среды (рис. 2).

Более высокие летние показатели температуры интенсифицируют биохимические процессы в организме, что, в свою очередь, приводит к известным процессам декомпактизации, деконденсации дисков политенных хромосом, делая их более доступными для мутагенных лигандов окружающей природной среды, которые, могут индуцировать хромосомные перестройки.

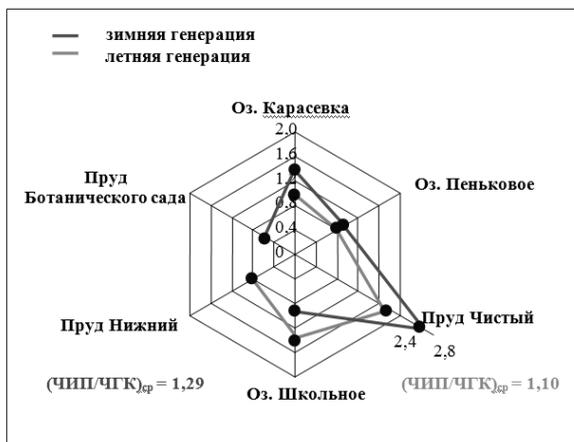


Рисунок 2. Профилограммы значений отношения числа инверсионных последовательностей к числу генотипических комбинаций (ЧИП/ЧГК) для зимней и летней генераций особей *Glyptotendipes glaucus* системы водоемов г. Калининграда

В таблице 4 обобщены и приведены основные параметры и данные эксперимента по определению воздействия ионов тяжелых металлов на показатели инверсионного полиморфизма личинок *Glyptotendipes glaucus*, графическая интерпретация эксперимента отражена на рисунках 3—5.

Таблица 4.

Параметры хромосомного инверсионного полиморфизма экспериментальных личинок *Glyptotendipes glaucus* в различных концентрациях сульфатов цинка, меди, железа

Показатели полиморфизма	Кон-троль	Концентрации Zn ²⁺ (ммоль/л)			Концентрации Cu ²⁺ (ммоль/л)		Концентрации Fe ²⁺ (ммоль/л)		
		0,52	0,62	0,94	0,00945	0, 01889	0,82	1,40	7,76
		Количество исследованных особей	60	60	40	40	60	40	40
Число инверсионных последовательностей	10	9	10	11	10	11	10	10	11
Число геномных комбинаций	5	6	7	11	8	11	6	9	16
Отношение числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций	2,0	1,5	1,42	1,0	1,25	1,0	1,66	1,11	0,68

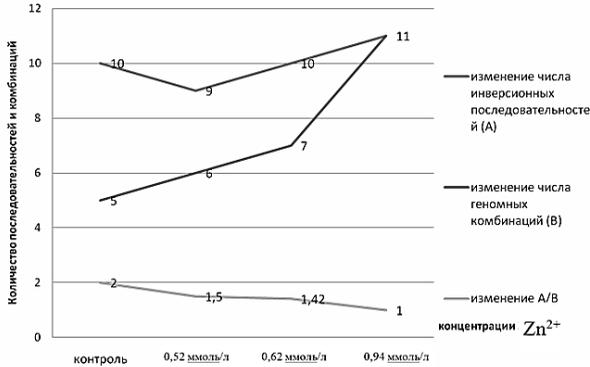


Рисунок 3. Зависимость отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных сочетаний в экспериментальных выборках *G. glaucus* от концентраций цинка в эксперименте

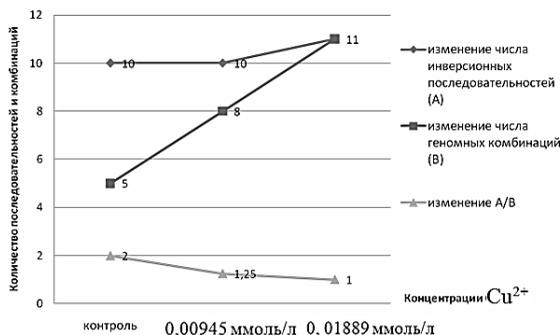


Рисунок 4. Зависимость отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных сочетаний в экспериментальных выборках *G. glaucus* от концентраций меди в эксперименте

Как видно из рисунков 3—5, показатель числа инверсионных последовательностей в концентрациях железа сохранялся на уровне контроля и не показал значимости, как и в растворах цинка и меди. Однако число геномных комбинаций, сформированных этими последовательностями, резко возрастает в 2—3 раза вместе с увеличением концентраций железа в экспериментальном растворе.

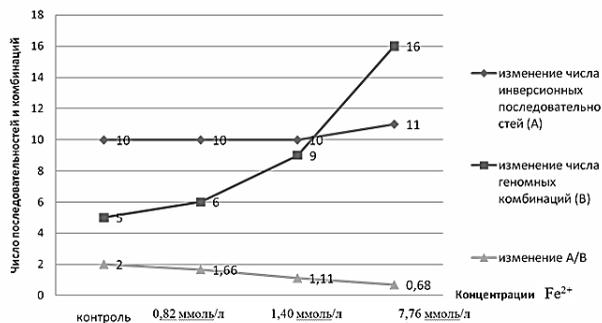


Рисунок 5. Зависимость отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных сочетаний в экспериментальных выборках *G. glaucus* от концентраций железа в эксперименте

То есть этот показатель изменялся в соответствии с подобной тенденцией в средах с цинком и медью. Также прослеживается уменьшение отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций от 1,2 до 3,0 раз вместе с возрастанием концентраций вещества. Подобная закономерность так же наблюдалась в растворах цинка и меди.

Видно, что параметр оценки хромосомного полиморфизма — отношение числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций уменьшается в соответствие с увеличением концентраций тяжелых металлов в экспериментальных растворах. Самое высокое значение этого показателя (2,0) наблюдалось в контрольных выборках, а самые низкие показатели — в высоких концентрациях исследуемых металлов.

Регрессионный анализ данных зависимости ЧИП/ЧГК от концентрации металла позволяет получить аналитическое выражение для данной функции, а также оценить скорость уменьшения ЧИП/ЧГК под действием различных металлов и сравнить эти показатели в ряду металлов Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} . (табл. 5, рис. 6)

Таблица 5.

Параметры регрессионного анализа данных зависимости ЧИП/ЧГК от концентрации цинка, меди и железа в эксперименте

Аргумент	Аналитическое выражение функции, ЧИП/ЧГК = $f([Me^{2+}])$	Первая производная функции	Скорость уменьшения ЧИП/ЧГК с увеличением концентрации иона металла, $m^3/моль$
$[Zn^{2+}]$, ммоль/л	$-1,2202 x + 2,1527$	$-1,2202$	1,22
$[Cu^{2+}]$, ммоль/л	$-26,4811 x + 1,5002$	$-26,4811$	26,48
$[Fe^{2+}]$, ммоль/л	$-0,1108 x + 1,5186$	$-0,1108$	0,11

ЧИП/ЧГК. 1

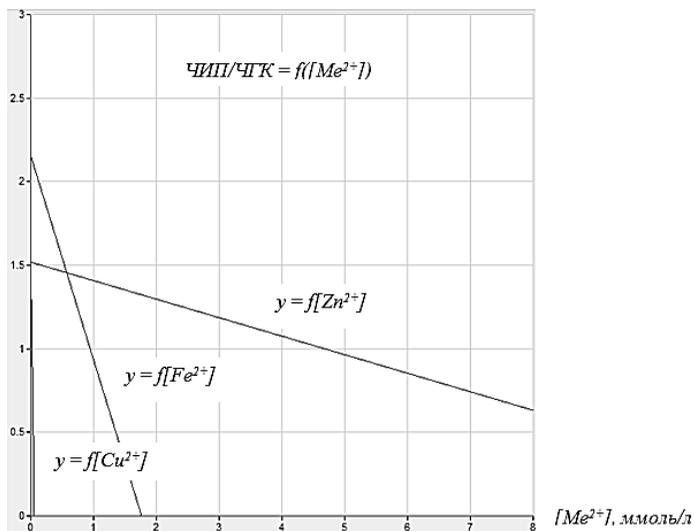


Рисунок 6. Графики функции ЧИП/ЧГК = $f([Me^{2+}])$ в эксперименте для цинка, меди и железа

Как известно, первая производная зависимой величины от аргумента есть скорость изменения данной величины с увеличением аргумента. Скорость уменьшения ЧИП/ЧГК от концентрации металла равна производной функции ЧИП/ЧГК от $[Me^{2+}]$, взятой с противоположным знаком. Таким образом, скорость уменьшения ЧИП/ЧГК с увеличением концентрации ионов металла возрастает в ряду $Fe^{2+} \rightarrow Zn^{2+} \rightarrow Cu^{2+}$ (рис. 6), что означает увеличение степени хромосомного инверсионного полиморфизма в этом ряду и может характеризовать нарастание потенциальной мутагенной активности в данном ряду металлов в отношении политепных хромосом *Glyptotendipes glaucus* Mg.

Итак, использование метода регрессионного анализа для аналитической интерпретации воздействия ряда концентраций сульфатов меди, цинка, железа на хромосомный инверсионный полиморфизм *Glyptotendipes glaucus* Mg. в эксперименте позволяет определить градацию потенциальной мутагенной активности в ряду исследуемых ионов тяжелых металлов. Из полученных данных заметно, что потенциальная мутагенная активность металлов возрастает в ряду $Fe^{2+} \rightarrow Zn^{2+} \rightarrow Cu^{2+}$, причём в этом ряду наблюдается закономерное уменьшение радиуса иона [11]. Можно предположить, что в живые

ткани более интенсивно проникают и кумулируются в них катионы металлов с меньшим радиусом, вызывая хромосомные аберрации.

Заключение

Отношение числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций является параметром оценки хромосомного полиморфизма; зависимость этих величин друг от друга носит обратно пропорциональный характер.

Принадлежность особи к женскому полу, летней генерации, а также возрастающая концентрация ионов металлов в среде (в ряду Fe, Zn, Cu) вносят вклад в уменьшение отношения числа инверсионных последовательностей к числу геномных комбинаций, увеличивая уровень хромосомного инверсионного полиморфизма *Glyptotendipes glaucus* Mg.

Визуализация многомерных данных при помощи метода профилограмм, а также регрессионный анализ экспериментальных выборок составляют предмет интеграции методов системной экологии в методологию исследований хирономид и в случаях ограниченного количества данных, зачастую недостаточных для умозрительного заключения, позволяют анализировать и сравнивать показатели и характеры зависимостей, выявляя закономерности процессов.

Список литературы:

1. Балущкина Е.В. Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р.Ижоры: влияние гидрофизических и гидрохимических параметров воды // Биология внутренних вод. 2003. № 1. С. 74—80.
2. Балущкина Е.В. Функциональное значение личинок хирономид в континентальных водоемах. Л.: Наука, 1987. 179 с.
3. Винокурова Н.В., Данилова М.В., Сидорова В.В. // Влияние оксида ванадия на конъюгацию гомологов политенных хромосом кариотипа клеток слюнных желёз *Chironomus plumosus* // Материалы международной научно-технической конференции «Наука и образование». — 2004. — ч. 6. — 167—170 с.
4. Винокурова Н.В., Данилова М.В., Шартон А.Ю. К методике выращивания хирономид в лабораторных условиях и их использование в токсикологических экспериментах//Теоретические и прикладные аспекты экологии и биологии: Межвуз. сб. ст./Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта,2008. — с. 77—79.
5. Винокурова Н.В., Червоткина Т.А. Новые данные по фауне хирономид (Diptera: Chironomidae) водоёмов Калининградской области // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. Вып. 7. С. 103—112.

6. Дулепов В.И., Лескова О.А., Майоров И.С. Системная экология. — Владивосток: ВГУЭС, 2004. — 252 с.
7. Зинченко Т.Д. Биоиндикация как поиск информативных компонентов водных экосистем (на примере хирономид — Diptera, Chironomidae) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2005 Вып. 3, С. 338—359.
8. Кикнадзе И.А., Шилова А.И., Керкес И.Е. и др. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас. Новосибирск: Наука, 1991. — 115 с.
9. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг суперэкоотоксикантов. — М.: Химия, 1996. — 319 с.
10. Сергеева И.В., Аникина М.А. Личинки хирономид Procladius (Diptera, Chironomidae) как биоиндикаторы загрязнения реки Волги у Саратова и её притоков с большой антропогенной нагрузкой // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2009. № 4. С. 26—28.
11. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник, 3-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1991. — 432 с.
12. Hirvenoja M., Michailova P. Chironomus melanotus Keyl and its taxonomical and ecological relations to C. riihimakiensis Wülker (Diptera, Chironomidae) // Spixiana. 1991. V. 14 (3) P. 309—320.
13. Johnson R.K., Wiederholm T., Rosenberg D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macro-invertebrates // Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates / eds Rosenberg D.M., Resh V.H. N.Y.: Chapman and Hall, 1993. P. 40—158.
14. Thorat L., Bimalendu N. Trends in Chironomid Research //Chironomus Newsletter on Chironomidae Research. 2010. № 23. P. 34—35.
15. Warwick W.F. Morphological deformities in larvae of Procladius Scuse (Diptera: Chironomidae) and their biomonitoring potential // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1989. V. 46. P. 1255—1271.
16. Wiederholm T. Chironomids as indicators of water quality in Swedish lakes// Naturvardsverkets Limnologiska Undersokningar. 1976. V. 10. P. 1—17.

РАДИОНУКЛИДЫ И ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ВОДЕ

Тиллобоев Хакимджон Ибрагимович
канд. хим. наук, доцент ХГУ, г. Худжанд

Эргашева Этибор Абдуллаевна
преподаватель ХГУ, г. Худжанд
E-mail: tilloboev-2006@mail.ru

Добыча и переработка полезных ископаемых сопровождается значительным, все возрастающим воздействием на окружающую среду. Идет загрязнение атмосферы, земель и водоемов пылью, химическими и радиоактивными веществами, сточными и дренажными водами, изменяются режимы поверхностных и подземных вод [1, с. 189]. В результате возрастания ореола загрязнения природной среды наблюдаются серьезные региональные изменения, которые могут вызвать глобальные нарушения равновесий гидрогеохимических связей установившихся веками.

На данном этапе исследований была использована существенно новая, по сравнению с предыдущими работами, методика организации контроля режимной сети [3, с. 176]. Принципиальное отличие от методики предшествующих работ в определении динамики содержания радионуклидов и тяжелых металлов заключается в изменении содержания элементов в зависимости от природных условий, что даст возможность целенаправленного изучения конкретной части водных объектов.

Для обеспечения оперативного контроля над состоянием гидрогеоэкологической обстановки и рационального использования поверхностных и подземных вод были выделены участки, на которых производились гидрогеохимические работы с 2009 по 2012 гг. В течение нескольких лет анализировались пробы воды из поверхностных и ирригационных скважин режимной сети на содержание изотопов урана, радия и тория по методике химического анализа Сахарова и гамма-спектрального анализа [4, с. 462—472]. Анализы выполнялись с целью выявления влияния хвостохранилища на водоносные горизонты и водные объекты.

Главной целью данной работы является предупреждение загрязнения вод от радионуклидов и тяжелых металлов природного происхождения, что является эффективным способом сохранения воды и хорошего качества.

Система гидрогеоэкологического мониторинга окружающей среды включает: эксплуатационные, ирригационно-мелиоративные скважины, а также точки наблюдения за поверхностными водными объектами.

Определение радионуклидов проводилось в образцах воды (на различных глубинах), в питьевой воде и в пробах, отобранных на прилегающих к г. Табошар урановых участках на Дигмайском хвостохранилище. Также, была проанализирована питьевая вода из городов Худжанд, Чкаловск и пос. Газиен, который находится возле Дигмайского хвостохранилища. Первые образцы воды нами были отобраны при проведении полевых работ (октябрь 2010 г.), повторно анализ проводился в тех же пунктах совместной экспедицией лаборатории экологии и охраны окружающей среды комитета охраны природы (сентябрь 2012 г).

Из таблицы видно, что низкие значения концентраций активности (+ ^{238}U по массе) изотопов урана и ^{226}Ra во всех фактических и потенциальных источниках питьевой воды не вносят существенного вклада в увеличение годовой эффективной дозы, соответственно доза не превышает дозовых норм по питьевой воде по ВОЗ-у (Всемирная организация здравоохранения). Согласно основным принципам государственной политики в области экологии и здравоохранения (ВОЗ) норма дозовой нагрузки составляет 0,1 мЗв/час.

Таблица 1.

**Концентрация активности радионуклидов в образцах воды
и годовая эффективная доза**

Место отбора	^{238}U мБк/л	^{234}U мБк/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ мг/л	U мБк/л	^{226}Ra мБк/л	Общая доза мЗв/ч
Табошар, т. 1	305	309	1,32	366	413	1,65
Табошар, т. 6.	276	279	1,38	443	870	1,40
Чкаловск, питьевая вода, дет. сад № 1	78	81	1,04	6,3	4,87	0,007
п. Газиен, вода из арыка	42	57	1,39	3,4	5,22	0,004
Чкаловск, скважина	94	96	1,02	7,6	2,19	0,006
Водозабор № 2, (р. Сырдарья)	140	130	1,66	35,9	6,66	0,042
Водозабор № 4, (р. Сырдарья)	150	112	2,0	44,7	7,92	0,06
ПДК	30	30	1,3	30	30	0,1

Концентрация и активности ^{210}Po и ^{210}Pb , как и предполагалось, не влияет на увеличение годовой эффективной дозы излучения по питьевой воде из-за низких значений данного показателя [3, с. 176].

Таблица 2.

Концентрация активности изотопов урана в образцах воды

Место отбора пробы	^{238}U мБк/л	^{234}U мБк/л	^{235}U мБк/л	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ мг/л	U мБк/л (2010)	U мБк/л (2012)
Табошар, т. 2	359	373	367	1,54	370	392
Табошар, т. 3	380	392	376	1,42	395	380
Выход из Табошар	290	286	790	1,49	–	138
Скважина ниже от Дигмайского хвостохранилища	123	128	57	1,04	70	99,8
пос. Газиен, вода из арыка	49	68	3,0	1,30	28	30,7
Кайраккумское водохранилище	243	251	12	1,44	16,7	19,7
Табошар, питьевая вода т. 4	86	97	–	–	78	85
Табошар (питьевая вода) т. 5	69	100	–	1.9	115	92
ПДК	30	30	30	1,3	30	30

В проанализированных образцах воды из карьера (Табошар) и потока воды, вытекаемого из того же карьера, обнаружены высокие концентрации изотопов U и ^{226}Ra , превышающие по международным стандартам максимально-допустимую концентрацию в питьевой воде [4, с. 468], что свидетельствует о невозможности употребления данной воды людьми и животными.

Концентрация активности ^{238}U , ^{234}U , предположительно, находится в равновесии с изотопным соотношением $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ (после переработки урановой руды: дробления, экстракции) в образцах воды из карьера и потоков воды, вытекающих из того же карьера (переработанные отвалы хвостохранилища в Табошаре), что указывает на технологическое происхождение урановых изотопов (табл. 1 и 2).

Беспокойство вызывает потенциальное загрязнение грунтовых вод. В образцах воды, отобранной из скважин, находящихся ниже от Дигмайского хвостохранилища, наблюдался повышенный уровень содержания изотопов урана в сравнении с другими образцами почвы и питьевой воды, находящиеся в изотопном соотношении 1:1. Эта вода потенциально используется в ирригационных целях. Однако, для подтверждения предварительно полученных данных, необходим более детальный отбор проб и их анализ.

Концентрации изотопов урана и ^{226}Ra в питьевой и других поверхностных водах были низкими (табл. 1). Техногенных загрязнителей не было обнаружено, это подтверждается изотопным соотношением $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. Исключение составляют повышенные концентрации ^{238}U в двух образцах питьевой воды из Табошара (табл. 2), превышающие допустимую концентрацию ^{238}U по нормам безопасности ВОЗ (15 $\mu\text{g/L}$) и ААЗОС (Американское Агентство по Защите Окружающей Среды) (30 $\mu\text{g/L}$).

Выводы. Обнаруженные высокие концентрации природных изотопов U и ^{226}Ra свидетельствуют о превышении согласно международных стандартов максимально-допустимой концентрации в питьевой воде, что говорит о недопустимости употребления данной воды людьми и животными.

Согласно правилу обеспечения радиационной безопасности 2008 г. (п. 4.2.9.) при содержании радионуклидов в воде действующих источников водоснабжения выше уровней вмешательства (НРБ-06) следует принять меры по изысканию альтернативных источников. При отсутствии альтернативных источников питьевого водоснабжения, органы местного самоуправления и юридические лица обязаны в соответствии с их полномочиями принять меры по ограничению, приостановлению или запрещению использования указанных водных объектов [2, с. 16]. Но в данном случае, превышающие нормы от природных радионуклидов и природных источников на питьевую воду не нормируется.

Повышенные концентрации изотопов U в образцах питьевой воды из Табошара, не соответствуют допустимым нормам международных стандартов. Рекомендуется установить определенную мониторинговую программу по контролю за радиоактивными и химическими загрязнителями запасов питьевой воды на длительный период.

Список литературы:

1. Мосинец В.Н., Грязнов М.В. Горные работы и окружающая среда: учеб. пособие. — М.: Недра, 1978. — 189 с.
2. НРБ-06. Нормы радиационной безопасности Республики Таджикистан. Справочник. — Душанбе: Ирфон, 2006. — 16 с.
3. Титов В.К., Венков В.А. Сравнительная эффективность двух модификации экспозиционной эмманационной съемки по методу активного налета. — Л.: Химия, 1988. — 176 с.
4. Фомин Г.С. Вода, контроль химических, бактериальных и радиационной безопасности по Международным стандартам: Энциклопедический справочник, 2-ое изд. — М.: Госстандарт России, 1995. — С. 462—472.

СЕКЦИЯ 4.

ХИМИЯ

4.1. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОСНОВАНИЯ ТРЕГЕРА С ФРАГМЕНТАМИ ПРОТОННОЙ ГУБКИ

Власенко Марина Павловна

инженер ЮФУ,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: mylasen@mail.ru

Озерянский Валерий Анатольевич

д-р хим. наук, профессор ЮФУ,

г. Ростов-на-Дону

E-mail: vv_ozer2@sfedu.ru

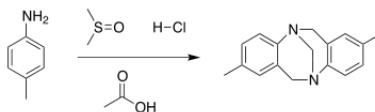
Старикова Зоя Александровна

канд. хим. наук, ст. научн. сотрудник ИНЭОС,

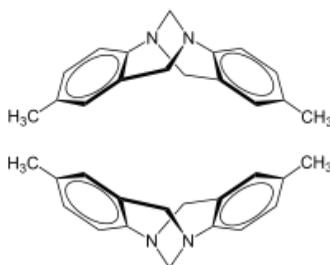
г. Москва

E-mail: star@xray.ineos.ac.ru

Основание Трегера (или 2,8-диметил-6*H*,12*H*-5,11-метано-дибензо[*b,f*] [1, 5]диазоцин) было впервые синтезировано в 1887 году [8] из *n*-толуидина и формальдегида в растворе кислоты Ю. Трегером. Однако структура соединения была расшифрована лишь в 1935 году [7]. Позже было показано, что это вещество может быть синтезировано не только при реакции с формальдегидом, но и в системе ДМСО/соляная кислота [3] или с использованием гексаметилентетрамина (НМТА) [4].



Основание Трегера — первое соединение с третичными асимметрическими атомами азота. Именно на примере 2,8-диметил-6*H*,12*H*-5,11-метанодинбензо[*b,f*] [1, 5]диазодина было показано, что не только атомы углерода, но и атомы азота способны образовывать хиральный центр в молекуле. Разделение энантиомеров основания было впервые проведено В. Прелогом в 1944 году [8].

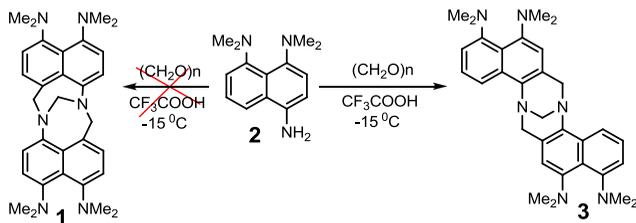


С тех пор, хиральные сольватирующие агенты и основания имеют большое фундаментальное и прикладное значение. Кроме того, молекула основания Трегера может рассматриваться как молекулярный пинцет, поскольку бициклический C, N-скелет жестко зафиксирован ароматическими кольцами, находящимися в непосредственной близости, что придает всей системе V-образную форму с межплоскостным углом между двумя фрагментами около 95°[5]. Это вещество находит широкое применение в качестве молекулярного распознавателя и хирального сольватирующего агента.

Целью нашей работы было получение основания Трегера, содержащего фрагменты протонной губки [1], изучение его структуры, способности к протонированию, а также некоторых химических свойств.

Основание Трегера на основе протонной губки было получено с высоким выходом при циклоконденсации 1-амино-4,5-бис(диметиламино)нафталина с параформом по аналогии с работой [6]. Присоединение метиленового мостика в субстрате возможно по положению 5, с образованием соединения **1** или по положению 3. Однако проведенный эксперимент показал, что в ходе реакции образуется только соединение **3**. Кроме того, нами было показано,

что используемый нами субстрат **2** вступает в реакцию циклоконденсации гораздо быстрее, чем соединения, описанные в литературе [6].



Полученное основание Трегера кристаллизуется из этилацетата в двух полиморфных формах: в виде игл и кубиков, плавящихся при почти одинаковой температуре. Структура вещества была подтверждена данными корреляционной ЯМР ^1H и ^{13}C спектроскопии, масс-спектрометрией. Кроме того, для кубических кристаллов основания, полученных упариванием рацемического раствора соединения **3** в этилацетате, был проведен рентгеноструктурный анализ. Результаты РСА, полученные для одной из независимых молекул, представлены на рисунке 1.

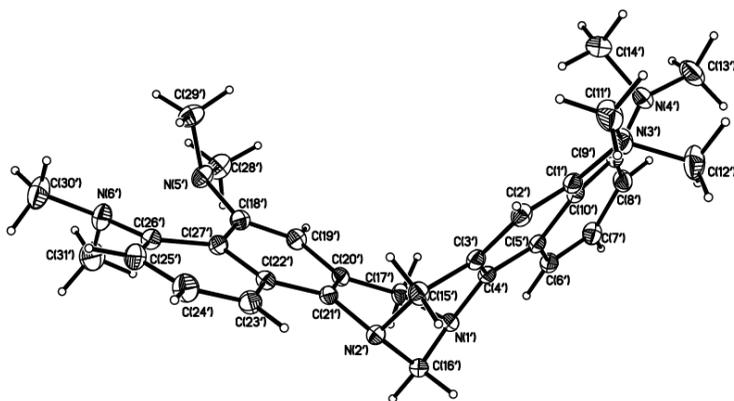


Рисунок 1. Общий вид и обозначение атомов в молекуле (\pm) -4,5,12,13-тетраakis (диметиламино)-7H,15H-8,16-метанодинафто[1,2-b:1',2'-f]-1,5-диазоцина, эллипсоиды теплового движения атомов показаны на уровне 50 %

Интересно, что в этих условиях основание Трегера кристаллизуется в виде сольвата $C_{31}H_{38}N_6 \cdot 0.25EtOAc$, причем разупорядоченная молекула этилацетата заключена в полости между двумя разными энантиомерами основания **3** (рисунок 2). Диэдральный угол между плоскостями нафталиновых систем при этом сокращается от 104° в «свободных» молекулах до 92° в молекулах, участвующих в клатратообразовании.

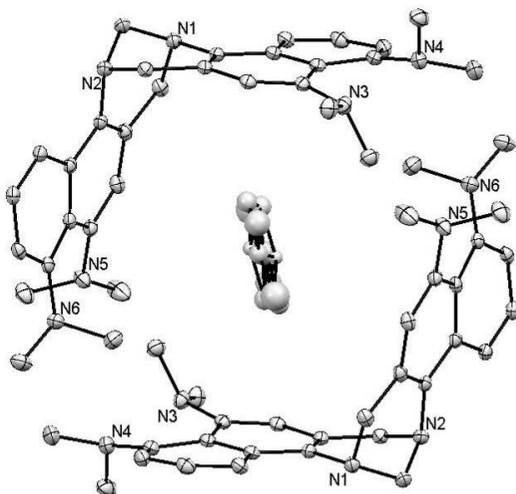
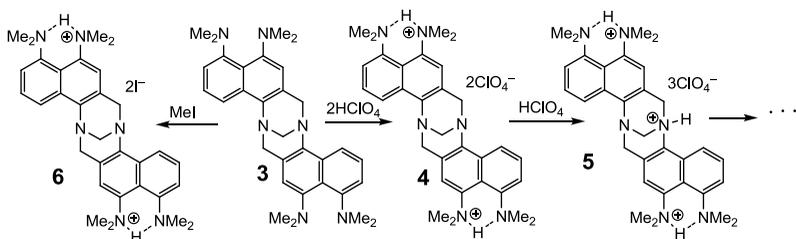


Рисунок 2. Образование клатрата между молекулами **3 и этилацетатом (атомы водорода не показаны)**

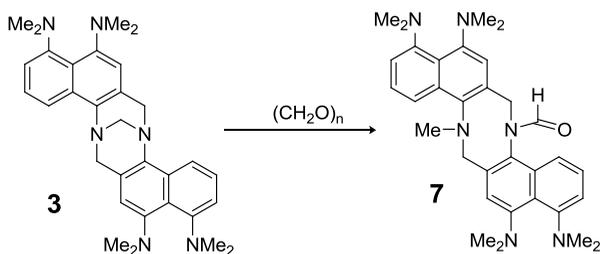
Поведение этого вещества оказалось высокоспецифичным. Так, его протонирование, в отличие от классических оснований Трегера, затрагивает сначала остатки протонной губки, а не гетероциклическое ядро. Серия экспериментов с привлечением метода динамического ЯМР выявила высокую конфигурационную устойчивость нового соединения, как в нейтральном виде (не подвергается энантиомеризации до $120^\circ C$), так и в кислой среде (до $75^\circ C$).

По данным ЯМР 1H -спектроскопии вещество **3** легко образует дикатион **4** и способно протонироваться далее.



Интересно, что попытка его кватернизации не дает продукта алкилирования по гетероциклическому азоту N1 или N2 (рисунок 2). Нагревание основания с 250 кратным избытком йодметана в хлороформе или толуоле постепенно приводит к выпадению осадка, который оказался дигидроидидом **6**, т. е. протекает дегидрогалогенирование галогеналкана, а не образование четвертичной соли. Этот факт косвенно указывает на высокую нуклеофильность (из-за донорного эффекта четырех диметиламиногрупп) диазационовых атомов азота. Нуклеофильность NMe_2 -групп в протонных губках, как известно, сильно понижена [1].

Введение основания Трегера **3** в реакцию с ещё одним эквивалентом параформа в полифосфорной кислоте приводит к раскрытию гетероциклической связки $\text{N}-\text{CH}_2-\text{N}$ и образованию с выходом около 40% нового соединения, кристаллизующегося из *n*-гексана при сильном охлаждении в виде мелких светло-бежевых игол. По данным ЯМР ^1H , ^{13}C и масс-спектрометрии полученному веществу была приписана структура 4,5,12,13-тетракис(диметиламино)-16-метил-15,16-дигидродинафто[1,2-*b*:1',2'-*f*] [1, 5]диазацион-8(7*H*)-карбальдегида (**7**).



В результате затрудненного внутреннего вращения, характерного для подобных гетероциклических амидов, многие сигналы

в углеродных и протонных спектрах ЯМР диазоцина **7** сильно делятся из-за фиксации *цис*- и *транс*-форм.

Экспериментальная часть.

(±)-**4,5,12,13-Тетраakis(диметиламино)-7Н,15Н-8,16-метано-динафто[1,2-*b*:1',2'-*f*]-1,5-диазоцин** получали из амина **2** [1] по аналогии с работой [6], время реакции — 8 ч. Спектр ЯМР ^1H (250 МГц, CDCl_3 , δ , м. д., $J/\text{Гц}$): 2,65 (с, 12 Н, 5,13- NMe_2), 2,74 (с, 12 Н, 4,12- NMe_2), 4,23 (д, $J = 17,0$, 2 Н, 7-Н (*endo*), 15-Н (*endo*)), 4,56 (с, 2 Н, CH_2), 4,80 (д, $J = 17,0$, 2 Н, 7-Н (*exo*), 15-Н (*exo*)), 6,39 (с, 2 Н, 6-Н, 14-Н), 6,93 (дд, $J = 7,4$, $J = 1,0$, 2 Н, 3-Н, 11-Н), 7,41 (т, $J = 7,9$, 2 Н, 2-Н, 10-Н), 7,97 (дд, $J = 8,2$, $J = 1,0$, 2 Н, 1-Н, 9-Н). Спектр ЯМР ^{13}C (150 МГц, CDCl_3 , δ , м. д., $J/\text{Гц}$): 43,9 (уш. с, 5,13- NMe_2), 46,1 (4,12- NMe_2), 56,7 (NCH_2C), 69,1 (NCH_2N), 112,0 (C-6,14), 113,7 (C-3,11), 116,8 (C-1,9), 121,6, 125,6, 126,8 (C-2,10), 134,6, 138,2, 148,8, 152,5. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ (%)): 494 $[\text{M}]^+$ (19), 480 $[\text{M} - \text{CH}_2]^+$ (2), 449 (3), 247 (6), 222 (9), 209 (19), 197 (13), 182 (11), 168 (10), 154 (6), 139 (5), 58 (100), 44 (14), 30 (8). Кристаллографические данные и параметры рентгеноструктурного эксперимента: $\text{C}_{32}\text{H}_{40}\text{N}_6\text{O}_{0.50}$, 100 К, триклинная, P-1, $a = 12,0196(8)$, $b = 16,0292(10)$, $c = 16,8253(11)$, $\alpha = 116,5110(10)^\circ$, $\beta = 99,6990(10)^\circ$, $\gamma = 92,0810(10)^\circ$, $V = 2836,4(3) \text{ \AA}^3$, $Z = 4$, $D_{\text{выч}} = 1,210 \text{ г см}^{-3}$, $\mu = 0,074 \text{ мм}^{-1}$, число отражений: всего 25781/независимых 13587, число параметров 708, $R_1 = 0,0747$.

4,5,12,13-Тетраakis(диметиламино)-16-метил-15,16-дигидродинафто[1,2-*b*:1',2'-*f*][1,5]диазоцин-8(7Н)-карбальдегид.

Спектр ЯМР ^1H (600 МГц, CDCl_3 , δ , м. д., отн. инт. инт-ти, $J/\text{Гц}$): 2,35—2,54 (м, 6,9 Н), 2,65—2,94 (м, 69,1 Н), 3,03 (с, 3,6 Н), 4,03—4,19 (м, 3,4 Н), 4,64 (д, $J = 13,5$, 1,1 Н), 5,17 (д, $J = 13,7$, 1,6 Н), 5,51 (д, $J = 14,9$, 1,0 Н), 6,49 (с, 1,1 Н), 6,60 (с, 1,1 Н), 6,82—6,88 (м, 2,4 Н), 6,89—6,99 (м, 5,8 Н), 7,28—7,47 (м, 10,3 Н), 7,63—7,72 (м, 2,8 Н). Спектр ЯМР ^{13}C (150 Гц, CDCl_3 , δ , м. д., $J/\text{Гц}$): 38,8, 42,5, 43,1 (уш. с.), 45,0 (уш. с.), 45,6 (уш. с.), 50,1, 52,9, 55,8, 58,9, 60,0, 111,8, 111,9, 112,0, 112,1, 112,3, 113,0, 113,9, 115,0, 115,4, 116,9, 117,2, 117,4, 119,3, 119,4, 120,7, 120,9, 124,9, 125,1, 125,5, 125,8, 126,2, 126,4, 126,6, 126,9, 127,2, 130,2, 131,6, 134,1, 134,6, 135,6, 136,4, 136,8, 137,1, 137,3, 138,2, 143,2, 147,8, 148,0, 150,5, 150,6, 150,7, 150,8, 151,0, 164,3, 164,4. Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ (%)): 594 $[\text{M}]^+$ (35), 594 (5), 451 (16), 436 (6), 262 (15), 238 (13), 209 (20), 195 (15), 182 (14), 168 (8), 58 (100), 44 (21).

Список литературы:

1. Озерянский В.А. Синтез 1,4,5-трис(диметиламино)нафталина и других 4-аминопроизводных «протонной губки» / В.А. Озерянский, А.Ф. Пожарский // Изв. АН Сер. хим. — 1997. — С. 1501—1504.
2. Goswami S. Troger's Base Molecular Scaffolds in Dicarboxylic Acid Recognition // Journal of Organic Chemistry. — 2000. Vol. 65. № 7. — P. 1907—1914.
3. Li Z. An Unusual Synthesis of Tröger's Bases Using DMSO/HCl as Formaldehyde Equivalent // Synthesis. — 2005. № 8 — P. 1228—1230.
4. Masa T. A shorter synthesis of symmetrical 2,11-dimethyl-bis-Tröger's bases. A new molecular tweezer // Arkivoc. — 2004. — P. 86—93.
5. Pardo C. New Chiral Molecular Tweezers with a Bis-Tröger's Base Skeleton // Journal of Organic Chemistry. — 2001. Vol. 66. № 5. — P. 1607—1611.
6. Sergeyev S. Enantioseparations of non-benzenoid and oligo-Tröger's bases by HPLC on Whelk O1 column // Tetrahedron: Asymmetry. — 2009. Vol. 20. — P. 1918—1923.
7. Spielman M.A. The Structure of Troeger's Base // Journal of the American Chemical Society. — 1935. Vol. 57. № 3. — P. 583—585.
8. Tröger J. Ueber einige mittelst nascirenden Formaldehydes entstehende Basen // Journal für Praktische Chemie. — 1887. Vol. 36. № 1. — P. 225—245.

Тенденции развития естественных и математических наук

Материалы международной заочной научно-практической
конференции

29 апреля 2013 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 06.05.13. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 8. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3