

Из анализа данных следует, что раковинные амебы реагируют на загрязнение почв. Так, на участке 2, видовой состав представлен 6 видами, что обусловлено повышенным загрязнением почв тяжелыми металлами.

На загрязненных участках преобладали раковинные амебы родов *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*. Следовательно, можно считать, что раковинные амебы родов *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis* наиболее устойчивые, а раковинные амебы родов *Corytion*, *Trinema*, *Nebela*, *Hyalosphenia* менее устойчивые к загрязнению тяжелыми металлами. Устойчивость трех основных родов (*Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*), вероятно, обусловлена строением раковинки – наличием второй камеры.

В обнаруженной фауне раковинных амеб четко выделяется доминирующий комплекс (до 98% численности), состоящий из шести массовых родов тестаций (*Centropyxis*, *Cyclopyxis*, *Plagiopyxis*, *Trinema*, *Corytion*, *Hyalosphenia*), который можно считать собственным эдафическим комплексом. Состав и распределение эдафического комплекса сообщества раковинных амеб представлены на рисунке.

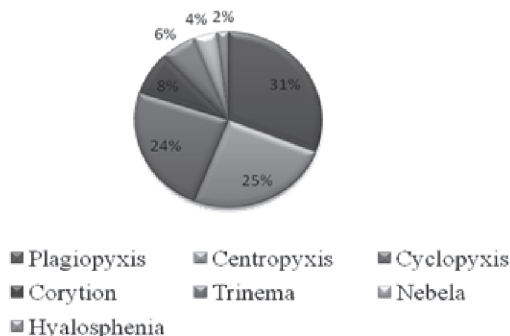
Из анализа данных, представленных на рисунке 1 следует, что в структуре доминирования сообщества раковинных амеб род *Plagiopyxis* является преобладающим, а значит согласно классификации доминирования эудоминантом, так как его доля в на-

селении составляет 31%; доминантами являются *Centropyxis*, *Cyclopyxis* (25% и 24%); субдоминантами – *Corytion*, *Trinema* и *Nebela* (8%, 6% и 4%); рещедентом соответственно *Hyalosphenia* – 2%.

Численность дождевых червей на первом участке составила 8 экз./кв. м. В почвах второго участка дождевых червей не обнаружено, но отмечается большое количество нематод. Увеличение численности нематод свидетельствует об ухудшении условий среды. В литературе рассматривается воздействие тяжелых металлов на дождевых червей. Так, содержание свинца в тканях червей меньше его содержания в почве, а содержание кадмия, например, превышает содержание в почве во много раз, содержание меди более, чем в 5 раз, а содержание цинка сопоставимо с содержанием в почве.

При сравнении сообществ раковинных амеб контрольного и наиболее нарушенного (150 м от места складирования гальванического шлама) промышленным воздействием участков отмечено значительное снижение численности и видового разнообразия.

В почвах первого и второго участков доминируют представители родов *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*. В результате проведенных исследований выделить наиболее устойчивые виды раковинных амеб, относящихся к родам *Plagiopyxis*, *Centropyxis*, *Cyclopyxis*, и менее устойчивые – *Corytion*, *Trinema*, *Hyalosphenia*, *Nebela*.



Состав эдафического комплекса сообщества раковинных амеб

### Выводы

Раковинные амебы являются организмами, чувствительными к техногенному загрязнению среды. Проведенные исследования выявили изменения в структуре их сообществ, что позволяет использовать раковинных амеб в качестве биоиндикаторов для оценки состояния антропогенно-нарушенных почв с различным содержанием ТМ.

В результате исследований было установлено, что наиболее информативным показателем экологического состояния загрязненных почв является снижение абсолютной численности и изменение со-

отношения эколого-трофических групп почвенных беспозвоночных. Данные биоиндикации эффективно использовать для прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности человека. По результатам исследований можно сказать, что состояние почвы вокруг гидрозолоотвала близко к экологической катастрофе.

### Список литературы

1. Материалы к гос. докладу «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2011 году: электронное издание, 2011. URL: <http://gosdoklad.kuzbasseco.ru/2011/> (дата обращения 01.10.2013).
2. Кривоуцкий Д.А. Животный мир почвы. – М.: Знание, 1969. – 47 с.

## Секция «Прикладная информатика», научный руководитель – Литвинская О.С., канд. техн. наук, доцент

### ФОРМИРОВАНИЕ ПЛАНА РАБОТЫ МЕТЕОЛОГИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДАМИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Албутова Е.В., Шмокин М.Н.

Пензенский государственный технологический  
университет, Пенза, e-mail: [oslit@yandex.ru](mailto:oslit@yandex.ru)

Для эффективной работы предприятия необходимо иметь рациональный план развития.

Планирование – это процесс разработки, последующего контроля хода плана его реализации и корректировки в соответствии с изменяющимися условиями. В общем случае это процесс обработки информации по обоснованию предстоящих действий, определение наилучших способов достижения целей. Планирование работы предприятия состоит из многих составляющих [3], таких как: обоснование целей и задач управления, разработка плана про-

граммы будущих действий, прогнозирование – научное предвидение событий, оценка перспектив, разработка графика – временной последовательности работ по достижению целей и реализации программ, составление бюджета – обоснование объёма затрат и распределение ресурсов, определение политики предприятия – выработка общих правил, внутренних положений, руководящих документов и т.д., установление деловых процедур, обеспечивающих наиболее эффективные методы и приёмы выполнения всего комплекса работ.

Выделяют следующие виды планирования [2]:

- стратегическое. Ориентировано на долгосрочную перспективу и определяет основные направления развития;
- тактическое. Определяется реализация планов, намеченных при стратегическом планировании;
- оперативно-календарное. Конкретизируются показатели тактического плана с целью организации повседневной планомерной и ритмичной работы предприятия;
- бизнес-планирование. Предназначено для оценки целесообразности внедрения того или иного предприятия.

В данной работе рассматриваются методы, используемые при разработке плана программы будущих действий на оперативно-календарном уровне. Предприятия, оказывающие метрологические услуги, выполняют проверку и различные виды ремонта средств измерений. Для того чтобы эффективно выполнять необходимые работы, предприятию необходимо рационализировать нагрузку сотрудников.

Особенностью метрологических предприятий является то, что сотрудники могут выполнять только те виды работ, на которые они аккредитованы. Так, например, один сотрудник может выполнять проверку теплотехнических и магнитных средств измерения, а другой сотрудник – проверку только теплотехнических средств измерения. При этом у каждого исполнителя есть свой фонд рабочего времени, т.е. общее количество рабочих часов. В этих ограниченных условиях необходимо наиболее эффективно произвести планирование работ, чтобы: работа была максимально выполнена, сотрудники рационально задействованы, можно было произвести анализ эффективности тех или иных сотрудников, можно было произвести анализ возможности выполнения той или иной работы.

Данную задачу можно отнести к задачам линейного программирования. Такие задачи связаны с вопросами эффективного использования или распределения ограниченных ресурсов для достижения желаемых целей. Характерной чертой таких задач является большое число решений, удовлетворяющих их основным условиям [3].

Выделяют такие виды задач линейного программирования [4], как: транспортная задача, задачи диеты, задачи планирования производства и хранения, межотраслевые задачи и т.д.

Для решения задачи, поставленной в этой работе, наиболее подходящим является «Задача о назначениях» [5], основанная на транспортной задаче. В наиболее общей форме этот алгоритм формулируется следующим образом: Имеется некоторое число работ и некоторое число исполнителей. Любой исполнитель может быть назначен на выполнение любой (но только одной) работы, но с неодинаковыми затратами. Нужно распределить работы так, чтобы выполнить работы с минимальными затратами. Этот алгоритм мог бы подойти, если бы сотрудник выполнял только один вид работ. Но в нашем случае, сотрудник может выполнять один или более вид работ. Также ал-

горитм задачи о назначениях не подходит, потому что в нашем случае сотрудник выполняет не любой вид работ, а строго определенный. Решение поставленной задачи будет основываться на алгоритме задачи о назначениях.

Предлагаемое решение. Составим математическую модель поставленной задачи.

Задача: Имеется  $n$  работ и  $m$  исполнителей. На выполнение работы необходимо время:  $w_1, w_2, \dots, w_n$ . Исполнители, располагают фондом времени:  $t_1, t_2, \dots, t_m$ . Причём исполнитель может выполнять не все виды работ. Пусть  $c_{ij}$  – время выполнения  $i$ -м исполнителем  $j$ -й работы.

Требуется составить план выполнения  $n$  работ, при котором работа будет максимально выполнена.

Решение. Построим математическую модель задачи [6]. Обозначим через  $x_{ij}$  переменную, равную единице, если  $j$ -й исполнитель назначен на  $i$ -ю работу, и нулю – если не назначен. Тогда задача сводится к такой задаче линейного программирования:

Определить значения  $c_{ij}$ , которые максимизируют выполнение работы:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

при условиях:

$$\sum_{i=1}^m c_{ij} \leq w_i, i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} \leq t_i, j = 1, \dots, m, \quad (3)$$

$$c_{ij} \geq 0, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq 1, j = 1, \dots, n, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \geq 1, i = 1, \dots, m, \quad (6)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n. \quad (7)$$

Условие (2) обозначает, что время, назначенное на выполнение данной работы, не превышает время, необходимое для её выполнения. Условие (3) обозначает, что сумма времени работ, назначенных исполнителю, не превышает его фонд времени. Условие (5) обозначает, что на выполнение одной работы можно назначить одного или более исполнителей. Условие (6) обозначает, что одному исполнителю можно назначить одну и более работ. Условия задачи для удобства их анализа поместим в таблице.

Алгоритм распределения заключается в следующем.

Выбираются исполнители, которые допущены до текущей работы:  $x_{ij} = 1$ .

Из выбранного списка исполнителей берётся первый исполнитель, у которого фонд времени больше нуля:  $t_i > 0$ . Если такой исполнитель существует, то переходят к шагу 3, иначе, к шагу 5.

В клетку записывается минимальное значение между фондом времени исполнителя и временем выполнения работы:  $c_{ij} = \min(t_i, w_j)$ . При этом из фонда времени исполнителя и из времени на выполнение работы вычитается полученной  $c_{ij}$ .

Если фонд времени исполнителя равен нулю  $t_i = 0$ , то этот исполнитель исключается из дальнейшего рассмотрения.

Время выполнения работы	Исполнители (фонд времени)				Остаток времени выполнения работы
	$t_1$	$t_2$	...	$t_m$	
$w_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1m}$	$W_1$
$w_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2m}$	$W_2$
...	...	...	...	...	...
$w_n$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{nm}$	$W_n$
Остаток фонда времени исполнителей	$T_1$	$T_2$	...	$T_m$	

$x_{ij}$  – допуск исполнителя до работы – будет записан в левом верхнем углу клетки, а  $c_{ij}$  – время, назначенное исполнителю на выполнение работы, будет записываться в правом нижнем углу клетки.

Анализируется остаток времени на выполнение работы. Если он равен нулю:  $w_j = 0$ , то эта строка исключается из дальнейшего рассмотрения.

Если текущая строка – последняя, то алгоритм завершается. Иначе, происходит переход к следующей строке и выполняется шаг 1.

#### Заключение

Был предложен алгоритм, оптимизирующий распределение задач между исполнителями при заданных ограничениях. Этот алгоритм можно применять не только в метрологических предприятиях, но и на предприятиях других отраслей, выполняющие много разных видов работ, требующих для их выполнения аккредитации исполнителя (станция технического обслуживания). Этот алгоритм позволит эффективно распределять задачи, а также, анализировать текущую нагрузку.

#### Список литературы

1. Горемыкин В.А. Планирование на предприятии: Учебник. – М.: ФИЛИНЪ, 2004. – 508 с.
2. Ильин А.И. Планирование на предприятии: Учебник. – М.: Новое знание, 2001. – 635 с.
3. Гасс С. Линейное программирование. – М.: Физико-математическая литература, 1961. – 300 с.
4. Гасс С. Путешествие в страну линейного программирования – М.: Мир, 1973. – 177 с.
5. Палий И.А. Линейное программирование. – М.: Эксмо, 2008. – 256 с.
6. Лунгу К.Н. Линейное программирование. Руководство к решению задач. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2005. – 128 с.

### ДЕТЕКТИРОВАНИЕ И КОРРЕКЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ С МАКСИМАЛЬНЫМ ПРАВДОПОДОБИЕМ

Албутова Е.В., Шмокин М.Н.

Пензенский государственный технологический университет, Пенза, e-mail: oslit@yandex.ru

Из-за действия шумов, ограниченности полосы пропускания тракта магнитной записи-воспроизведения (МЗВ) и других причин форма воспроизводимых сигналов может существенно отличаться от записываемых.

Целью коррекции и детектирования является «очистление» воспроизводимого цифрового сигнала от помех и придание ему вида, пригодного для декодирования. При высокой плотности записи ограниченность АЧХ тракта МЗВ в области верхних частот приводит к взаимному воздействию воспроизводимых

импульсов, которое называют межсимвольной интерференцией (МСИ) [1].

Методы детектирования воспроизводимых импульсов можно разбить на две группы:

а) поэлементное детектирование, при котором решение 0 это или 1 принимается на основе последовательного анализа каждого воспроизводимого символа;

б) детектирование по алгоритму Витерби, при котором решение 0 это или 1 принимается в результате анализа группы воспроизводимых символов.

Амплитудный и другие методы поэлементного детектирования достаточно подробно описаны в литературе.

Рассмотрим некоторые аспекты парциального детектирования по алгоритму Витерби, которое применяется в цифровых системах форматов *Digital Betacam*, *MPEG IMX (D10)* [2].

Для примера рассмотрим систему *PR4*, в которой отсчеты имеют только три уровня  $\{-1, 0, 1\}$  и предположим, что в канале воспроизведения действует аддитивная смесь сигнала  $S(t)$  и Гауссовского шума  $N(t)$ . При поэлементном амплитудном детектировании происходит последовательное сравнение воспроизводимых отсчетов  $Uk(t) = Sk(t) + Nk(t)$  с пороговыми уровнями  $\pm 0,5$ :

- если  $Uk(t) > 0,5$ , то отсчет равен 1,
- если  $Uk(t) < -0,5$ , то отсчет равен -1,
- если  $Uk(t) \leq 0,5$ , то отсчет равен 0.

Предположим, что на вход детектора поступает следующая последовательность зашумленных отсчетов: 0,3, -0,6, -0,4, 0,7, 0,9, 1,2, 0,2.

В соответствии с алгоритмом работы порогового детектора на его выходе будет последовательность  $Sk = 0, -1, 0, 1, 1, 1, 0$ .

Каждый класс сигналов *PR* имеет вполне определенные значения отсчетов. Из переходной и импульсной характеристик *PR4* следует, что в системах *PR4* не могут быть подряд три «единицы» [4]. Однако у поэлементного порогового детектора нет памяти, он ничего «не знает» о предыдущих и последующих отсчетах, он принимает решение 0 это или 1 по каждому отдельному отсчету.

Таким образом, три подряд 1 – это ошибочная комбинация: после двух 1 должен быть 0 или -1. Нетрудно предложить несколько близких к  $Sk$  последовательностей (табл. 1).

Таблица 1

Отсчеты $Sk$	0,3	-0,6	-0,4	0,7	0,9	1,2	0,2
Последовательность N1	0	-1	0	1	1	0	0
Последовательность N2	0	-1	0	0	1	1	0
Последовательность N3	0	-1	0	0	0	1	1

Анализируя табл. 1, определим насколько последовательности N1, N2, N3 соответствуют воспроизводимым отсчетам. Последовательность N1 имеет отсчеты 0,7 и 0,9 соответствующие 1 (это правдоподобно), однако отсчету 1,2 соответствует 0, что маловероятно. Последовательность N2 имеет отсчет 0,7, соответствующий 0, это сомнительно, в то же время 0,9 и 1,2 соответствуют 1, что правдоподобно. В по-

добно), однако отсчету 1,2 соответствует 0, что маловероятно. Последовательность N2 имеет отсчет 0,7, соответствующий 0, это сомнительно, в то же время 0,9 и 1,2 соответствуют 1, что правдоподобно. В по-