



Весці БДПУ

Навукова-метадычны часопіс

Выдаецца з чэрвеня 1994 г.

№ 1(55) 2008

СЕРЫЯ 3.

Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка.

Біялогія. Геаграфія

Змест

Галоўны рэдактар:
П. Дз. Кухарчык

Рэдакцыйная калегія:

Ю. А. Быкадораў
(нам. галоўнага
рэдактара)

У. В. Амелькін

В. А. Бондар

М. К. Буза

І. В. Бялько

А. М. Вітчанка

В. М. Дабранскі

В. Б. Кадацкі

В. Н. Кісялёў

У. М. Котаў

М. В. Лазаковіч

М. І. Лістапад

І. А. Новік

В. М. Русак

І. М. Сцепановіч

В. Б. Таранчук

А. І. Таўгень

І. С. Ташлыкоў

А. Т. Федарук

У. У. Шлыкаў

М. Г. Ясавееў

Фізіка

Марголін Л.Н., Гонтарев В.Ф., Неделько В.М. Пироэлектрические свойства кристаллов TGSP, TI 3

Добрянский В.М., Железнякова О.А., Лебедев С.А., Тарасевич Т.В. Особенности кристаллической структуры керамик $Tl_2Ba_2CaCu_2O_yF_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$), полученных с использованием высокого давления холодного прессования..... 5

Методыка выкладання..... 8

Тунык У.М. Курс электрадынамікі: да вызначэння поля сферычнай абалонкі 8

Бондар В.А., Гарбацэвіч С.А. Фізічны эксперымент у сучасным адукацыйным працэсе 10

Матэматыка

Русак В.М., Уазіз А.Х. Аб набліжэнні дадатнымі рацыянальнымі аператарамі ў інтэгральнай метрыцы..... 16

Стэльмашук М.Т., Шылінец У.А., Кавалевіч А.У. Даследаванне задачы Кашы для сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку 20

Методыка выкладання..... 23

Гацуро Е.С. Методические принципы организации учебной деятельности учащихся по развитию их математических способностей 23

Інфарматыка

Методыка выкладання..... 28

Костюкович А.И. О построении графиков кусочно-непрерывных функций средствами Excel 28

Біялогія

Бученков И.Э. Влияние НЭМ и НММ на семена некоторых сортов яблони домашней и айвы обыкновенной 30

Жудрик Е.В. Патогены и вредители стрелитции королевской (*Strelitzia reginae*)..... 35

Левая М.А. Влияние биологически активных веществ на устойчивость тюльпанов классов Кауфмана и Грейга к вирусу пестролепестности 38

Обухович И.И., Янчуревич О.В., Рыжая А.В., Хандогий А.В. Трофические связи зеленых лягушек с жертвами в условиях урбанизированного ландшафта 42

Адрас рэдакцыі:
220007, Мінск,
вул. Магілёўская, 37,
пакой 124,
тэл. 219-78-12
e-mail: vesti@bspu.unibel.by

Пасведчанне № 2289
ад 08.02.05 г.
Міністэрства інфармацыі
Рэспублікі Беларусь

Падпісана ў друк 17.03.08.
Фармат 60x84 1/8.
Папера афсетная.
Гарнітура *Арыял*.
Друк Riso.
Ум. друк. арк. 9,30.
Ул.-выд. арк. 9,98.
Тыраж 100 экз.
Заказ 144.

Выдавец
і паліграфічнае выкананне:
Установа адукацыі
«Беларускі дзяржаўны
педагагічны ўніверсітэт
імя Максіма Танка».
Ліцэнзія № 02330/0133496
ад 01.04.04.
Ліцэнзія № 02330/0131508
ад 30.04.04.
220050, Мінск, Савецкая, 18.
e-mail: izdat@bspu.unibel.by

*Якасць ілюстрацый адпавядае
якасці прадстаўленых
у рэдакцыю арыгіналаў*

Адказны сакратар
І. А. Здаравікова

Рэдактар
І. А. Здаравікова

Тэхнічнае рэдагаванне
А. А. Пакалы

Камп'ютэрная вёрстка
К. Б. Капуста

© Весці БДПУ, 2008. № 1.
Серыя 3.

Саварин А.А. О патологическом происхождении брегматической кости (os fonticuli anterioris s. frontalis) в черепе белогрудого ежа (erinaceus concolor martin, 1838) Беларуси.....47

Кривицкий В.В. Динамика показателей функциональной асимметрии у учащихя минских вузов различной специализации51

Журавков В.В., Хвалец О.Д. Радиоактивное загрязнение надземной биомассы растений ¹³¹I при некорневом поступлении.....55

Геаграфія

Киселев В.Н., Матюшевская Е.В., Яротов А.Е., Митрахович П.А. Межландшафтные различия в реакции ели на изменчивость климатических факторов58

Серых Н.Д., Ясавееў М.Г., Ясавеева Н.І. Трансгранічны перанос – забруджванне атмасфернага паветра Рэспублікі Беларусь63

Камышенко Г.А. Оценка эффективности использования почвенно-климатических ресурсов при территориальном распределении посевов66

Пілецкі І.В. Роля эканамічных адносін у фарміраванні культурных ландшафтаў сельскіх агламерацый.....72

Рэфераты.....76

Наши авторы.....79

ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ TGSP, TI

Иntenсивные исследования по получению, изучению и применению сегнетоэлектриков ведутся во многих странах мира. Регулярно появляются публикации, в которых сообщается об открытии новых сегнетоэлектриков и о модификации уже существующих с целью улучшения соответствующих составов.

Среди множества сегнетоэлектрических материалов достаточно интересными являются кристаллы триглицинсульфата (TGS), которые могут быть использованы для создания пироэлектрических приемников ИК-излучения. Однако кристаллы TGS имеют ряд существенных недостатков, которые несколько ограничивают их применение: наряду с высоким пирокоэффициентом имеет место его нестабильность, а также температурная деполяризация кристалла.

Для управления свойствами кристаллов TGS применяют легирование L-α-аланином или ионами Cu, Fe, Cr, Ni, TI и др. Так, по данным работ [1–3], введение таллия повышает микротвердость кристаллов TGS, существенно понижает значение диэлектрической проницаемости вблизи температуры фазового перехода, позволяет получать кристаллы с наиболее развитой пирамидой роста (001).

Вместе с тем модификация кристаллов TGS фосфором увеличивает пирокоэффициент в 1,5–2 раза [4].

В данной работе приводятся результаты исследований пироэлектрических свойств кристаллов TGS, модифицированных одновременно и таллием, и фосфором.

Исследуемые в работе монокристаллы были выращены в двухтермостатной установке при постоянной температуре роста 30°C.

Раствор для выращивания модифицированных кристаллов приготавливался путем синтеза компонентов: аминокусусной кислоты (NH₂CH₂COOH), серной кислоты (H₂SO₄), ортофосфорной кислоты (H₃PO₄), сернокислого таллия (TI₂SO₄), взятых в соответствующих стехиометрическом соотношении количествах и растворенных в дистиллированной воде. Синтезом получена система: (NH₂CH₂COOH)₃[(H₂SO₄)_{1-x-y}(TI₂SO₄)_x(H₃PO₄)_y] – TGSP, TI, где x=0, 1; y=0, 1.

В большинстве устройств пироэлектрические приемники излучения работают в динамическом режиме, поэтому параметры пироэлектрических свойств (γ/ϵ и $M_2 = \gamma/\epsilon_0 \epsilon C$) полученных кристаллов TGSP, TI изучались динамическим методом по методике, описанной в работе [5]. Исследования пироэлектрических свойств кристаллов TGSP, TI проведены для образцов из наиболее развитых пирамид роста ($\bar{1}10$), (110), (100), (010), (0 $\bar{1}0$). Разброс значений параметров γ/ϵ и M_2 (стандартное отклонение от среднего арифметического) оценен с надежностью 0,7.

Как показали исследования (рисунок 1), наибольшие значения γ/ϵ отмечаются у всех исследованных образцов в сегнетоэлектрической области, вдали от температуры фазового перехода, т. е. там, где значения ϵ еще не начинают существенно расти с температурой, а поляризация уже изменяется при тепловых воздействиях. В интервале температур (25–40)°C у кристаллов TGSP, TI значения γ/ϵ практически не изменяются. С дальнейшим увеличением температуры величина γ/ϵ резко уменьшается.

При охлаждении образцов кристаллов TGSP, TI после 3–5-минутного отжига (прогрева) при температурах, превышающих температуру фазового перехода для кристаллов TGSP, TI, у всех исследованных образцов сохраняется первоначальное (т. е. обусловленное ростовыми условиями) направление поляризации. Однако значения γ/ϵ практически очень малы (рисунок 1). Процесс восстановления первоначальной пироактивности занимает достаточно длительный период времени (таблица 1).

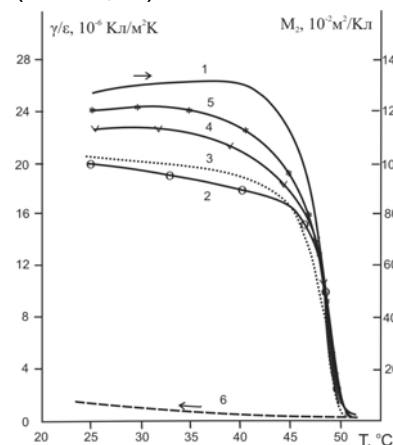


Рисунок 1 – Зависимости $\gamma/\epsilon(T)$ и $M_2(T)$ кристаллов TGSP, TI по пирамидам роста 1 – ($\bar{1}10$); 2 – (100); 3 – (010); 4 – (0 $\bar{1}0$); 5 – (110). 1–5 – нагревание; 6 – охлаждение.

Таблиця 1 – Значення γ/ϵ кристаллов TGSP, TI

$\gamma/\epsilon, 10^{-6} \text{ Кл/м}^2\text{К (при } 25^\circ\text{C)}$				
Пирамида роста	Начальные значения	При остывании	Через 24 часа	Через 3 месяца
010	20,0	6,4	8,8	15,9
100	20,5	2,1	2,5	4,0
010	20,2	8,6	13,2	18,5
110	24,2	3,1	11,4	16,6
110	25,9	2,7	5,2	8,1

Из таблицы 1 следует, что быстрее восстанавливают пироактивность образцы из пирамид роста (010) и (110).

Исследования показали, что применение комбинированного модификатора (TI-PO₄) значительно увеличивает пироактивность кристаллов TGS (рисунок 2). Введение в раствор двойных модификаторов (TI-PO₄) приводит к заметному изменению пироэлектрических характеристик кристаллов группы TGS, в частности, увеличивает значения γ/ϵ и коэффициента пирокачества M_2 в 2–2,5 раза (в интервале температур 20–45°C), а также стабилизирует эти характеристики.

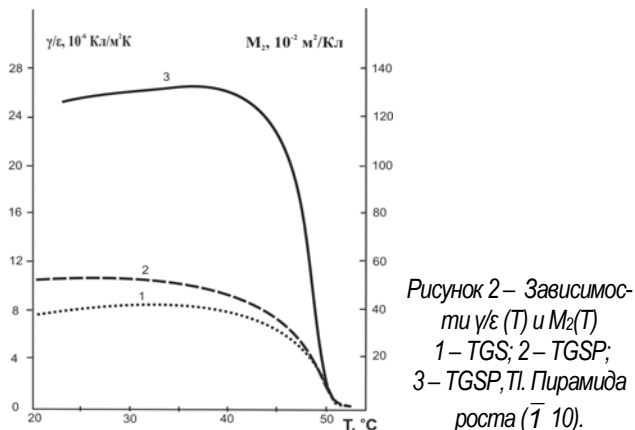


Рисунок 2 – Зависимости $\gamma/\epsilon(T)$ и $M_2(T)$
1 – TGS; 2 – TGSP;
3 – TGSP, TI. Пирамида роста ($\bar{1}10$).

Так как пирокоэффициент ($\gamma = dP/dT$) зависит от поляризации образца, то были проведены исследования влияния внешнего подполяризующего поля на характер изменения γ/ϵ для кристаллов TGSP, TI.

Для проведения таких исследований на образцы подавалось подполяризующее напряжение от источника с учетом их ростовой поляризации. По петлям диэлектрического гистерезиса были определены поля насыщения, при которых петли гистерезиса становились насыщенными (завершенными).

В сегнетоэлектрической области при 20°C, т. е. вдали от температуры фазового перехода, к образцам кристаллов TGSP, TI прикладывались внешние электрические поля. Значения напряженности подполяризующего поля составляли: (0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0) кВ/см, т. е. увеличивались ступенчато.

Подполяризующее поле E_{\pm} по направлению совпадало с направлением естественной поляризации в образце. Данное направление поляриза-

ции определялось по наклону пиросигнала на экране осциллографа. Отношение γ/ϵ определялось тем же динамическим методом, но без отключения поля E_{\pm} .

В каждом из полей, которые прикладывались к образцу в порядке их возрастания, образец выдерживался ~ 10 мин до прекращения заметного нарастания поляризации. Значения γ/ϵ фиксировались с интервалом 1 мин. Выбор начального (0,25 кВ/см) значения подполяризующего поля обусловлен тем, что при полях, меньших $E_{\text{нат}}$, у всех образцов кристаллов TGSP, TI отмечается неустойчивое состояние поляризации, наблюдается непериодическое, скачкообразное число импульсов γ/ϵ . Такое неустойчивое состояние может сохраняться длительное время (примерно 40 мин). При увеличении подполяризующего поля скачки γ/ϵ прекращаются, и происходит постепенное увеличение значений γ/ϵ (рисунок 3), которые достигают максимальных величин, превышающих значения, обусловленные ростовыми условиями. У кристаллов TGSP, TI максимальные значения γ/ϵ при подполяризации достигаются в полях $E_{\pm} \approx (3,0-3,5)$ кВ/см.

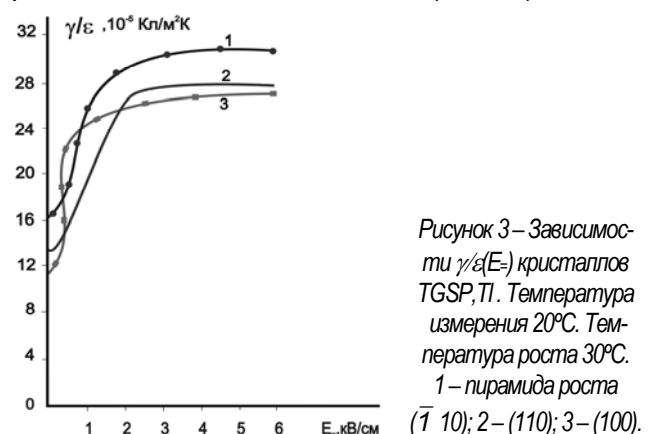


Рисунок 3 – Зависимости $\gamma/\epsilon(E_{\pm})$ кристаллов TGSP, TI. Температура измерения 20°C. Температура роста 30°C.
1 – пирамида роста ($\bar{1}10$); 2 – (110); 3 – (100).

Проведенные исследования влияния примесей TI и PO₄ на пироэлектрические характеристики кристаллов TGSP, TI позволили сделать следующие выводы:

1. Ионы TI²⁺ и [PO₄]³⁻ оказывают конкурирующее влияние на процесс формирования доменной структуры при выращивании кристаллов TGSP, TI, тем самым существенно влияют на пироэлектрические свойства.

2. Ионы TI²⁺ и [PO₄]³⁻ не одинаково входят в кристалл TGSP, TI по пирамидам роста.

3. Кристаллы TGSP, TI являются пироактивными без предварительного воздействия внешнего подполяризующего поля.

4. Величину сигнала пироотклика в кристаллах TGSP, TI можно увеличить воздействием внешнего подполяризующего поля.

5. Применение комбинированного модификатора (TI-PO₄) позволяет существенно улучшить пироэлектрические свойства кристаллов TGS, тем самым расширяя возможности применения модифицированных кристаллов группы

TGS в качестве рабочих элементов в пироприемниках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wieder, H.H. External habit modification and ferroelectric properties of TGS / H.H. Wieder, C.R. Parkerson // J. Phys. and Chem. Solids. – 1964. – № 2. – Vol. 25. – P. 241–245.
2. Moravec F. Single crystals of triglycine sulphate containing palladium / F. Moravec, J. Novotny, J. Strajblova // Czech. J. Phys. 1973. – № 8. – Vol. B. 23. – P. 855–862.
3. Афонская, И.А. Влияние γ -облучения на диэлектрические свойства кристаллов триглицинсульфата, легированных таллием / И.А. Афонская, Р.В. Корина // Свойства и структура сегнетоэлектриков : сб. науч. тр. – Минск, 1980. – С. 98–102.
4. Bhalla, A.S. Pyroelectric properties of the alanine and arsenic-doped triglycine sulfate single crystals / A.S. Bhalla, C.S. Fang, Y. Xi,

E. Cross // Appl. Phys. Lett. – 1983. – № 10. – Vol. 104. – P. 932–934.

5. Цедрик, М.С. Измерение параметров качества пирозлектрических материалов импульсным динамическим методом / М.С. Цедрик, Г.А. Заборовский, В.Ф. Гонтарев // Сегнетоэлектрики: сб. науч. тр. – Минск, 1986. – С. 101–111.

SUMMARY

At constant thermodynamic parameters (temperature of growth and supersaturation solution) crystals TDS modified by thallium and phosphorus are grown up. Pyroelectric properties of crystals TGSP, TI on the most developed pyramids of growth. Parameters pyroelectric crystals TDSP, TI are determined.

УДК 548:53

**В.М. Добрянский, О.А. Железнякова,
С.А. Лебедев, Т.В. Тарасевич,**

ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КЕРАМИК $Tl_2Ba_2CaCu_2O_{y}F_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$), ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ХОЛОДНОГО ПРЕССОВАНИЯ

Введение. В настоящее время актуальной проблемой является определение роли кристаллохимических параметров высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) в повышении температуры перехода в сверхпроводящее состояние (T_c). Интерес к оксофторидам вызван тем, что частичное замещение кислорода на фтор приводит к изменению концентрации носителей заряда в Cu-O плоскостях купратных сверхпроводников, что в конечном итоге определяет сверхпроводящие свойства оксофторидов. Определение взаимосвязи большинства ВТСП характеристик с содержанием носителей заряда обуславливает стремление к поиску критических кристаллохимических параметров, определяющих T_c . Параболическую зависимость T_c в зависимости от содержания дырок имеют большинство ВТСП фаз. Тем не менее, содержание дырок является не единственным параметром, определяющим T_c , так как нет общей зависимости T_c от их содержания для абсолютно всех ВТСП фаз. Известно [1–2], что T_c зависит от расстояний $d(Cu-Cu)$ в CuO_2 плоскости и от $d(CuO_2-A)$, CuO_2 плоскости до соответствующей плоскости катионов А (А=Ca, Sr, Ba, Y и т. д.). В то же время, средние расстояния $d(Cu-Cu)$ и $d(CuO_2-A)$, определяемые из дифракционных экспериментов, несут информацию о дырочной концентрации (p) (расстояние $d(Cu-Cu)$ уменьшается, а расстояние $d(CuO_2-A)$ увеличивается

с ростом концентрации дырок). Однако расстояния зависят не только от p , но и от геометрического фактора (размеры и заряды катионов в остальных слоях). Поэтому зависимость T_c от кристаллохимических параметров в сверхпроводнике более полно выражается комбинацией таких величин, как $d(CuO_2-A)$ и $d(Cu-Cu)$, которые содержат информацию о дырочной концентрации, размере и заряде катионов А.

Из имеющихся экспериментальных данных следует, что влияние фтора на структуру и электрофизические свойства таллиевых высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) практически не изучено. Исходя из вышесказанного, целью работы является поиск взаимосвязи между кристаллохимическими параметрами и T_c для таллиевой керамики $Tl_2Ba_2CaCu_2O_{y}F_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$).

Эксперимент. Образцы керамики, содержащих таллий, готовились из пероксида бария, дифторида бария и оксидов таллия, меди, кальция. Учет повышенной летучести таллия был произведен добавлением избыточного количества Tl_2O_3 (10 мас.%), так что исходная шихта имела состав: $1.1 \times Tl_2O_3 + x/2 \times BaF_2 + (2-x/2) \times BaO_2 + 1.0 \times CaO + 2.0 \times CuO$, где $x = 0; 0,1; 0,2$. Предварительное прессование составов осуществлялось при давлении 100 МПа (образцы изготавливались в виде таблеток $\varnothing 12$ мм и высотой 4–5 мм). Затем таблетки заворачивались во фторопластовую пленку и помещались в контейнер для последующей обработки

в аппарате высокого давления. Диапазон прикладываемого давления составил (1–5) ГПа. Выдержка под давлением составляла 5 мин, при комнатной температуре. После обработки давлением полученные образцы помещались в печь. Синтез образцов проводился в одну стадию на воздухе при температуре 825°C, в течение 3 ч (скорость набора температуры 2,85°C/мин). Для изучения структуры керамик применялся рентгеноструктурный анализ (дифрактометр ДРОН-3М, $\text{CuK}\alpha$ – монохроматическое излучение, шаг сканирования 0,02°, диапазон сканирования 20°–60°, экспозиция 10 с в каждой точке). Все расчеты проводились с помощью программы QUANTO [3]. Для всех синтезированных образцов были измерены параметры сверхпроводящего перехода резистивным методом (четырёхконтактный метод) на постоянном токе. Чувствительность нуль-индикатора составляла 5×10^{-9} В. Значение температуры перехода в сверхпроводящее состояние (T_c (10–90%)) определялось как средняя точка отрезка между температурами, соответствующими 10 и 90% сигнала. Ширина перехода также определялась на уровне 10 и 90% сигнала. Температурные исследования электросопротивления и восприимчивости проводились в интервале 77–300 К. Температура контролировалась с точностью $\pm 0,2$ К.

Результаты и их обсуждение. Синтез образцов был проведен при 825°C. Полученные при этой температуре образцы с точки зрения рентгенофазового анализа были однофазными, в то время как однофазность керамических образцов тех же составов, но без применения высокого давления (ВД), достигалась лишь при 840°C [4]. Таким образом, применение ВД на стадии компактирования исходной шихты позволяет снизить температуру синтеза керамики (с 840 до 825°C). Более ранние исследования [4] показали, что величина ширины перехода в сверхпроводящее состояние для образцов, синтезированных без использования ВД, составляла не менее 11 К, в то время как для большинства обработанных ВД керамических образцов эта величина составляет 4–7 К. Так как ширина перехода в сверхпроводящее состояние свидетельствует о качестве образцов, очевидно, что приложение ВД способствует получению более совершенных образцов, которые имеют большую плотность и меньшую дефектность по таллию (поскольку приложение ВД способствует уменьшению степени летучести таллия в ходе синтеза). Температуры перехода в сверхпроводящее состояние (T_c) образцов, обработанных ВД, соответствуют значениям температур перехода в сверхпроводящее состояние для образцов, полученных без использования ВД [4]. Отмечено небольшое увеличение значения T_c с ростом температуры синтеза для всех образцов. Схожая закономерность, видимо, имеет место

с ростом величины прикладываемого давления. Так, для образцов, не содержащих фтор, с ростом величины прикладываемого давления происходит изменение T_c от 105,1 К (1 ГПа) до 106 К (5 ГПа) при температуре синтеза 825°C. Для выяснения роли кристаллохимических параметров в повышении температуры перехода для уточнения не были взяты образцы, обработанные давлением 5 ГПа, т. к. значения их температур перехода в сверхпроводящее состояние практически не отличались от соответствующих величин образцов, обработанных давлением 2,5 ГПа. Кристаллическая структура керамических образцов системы Тl-2212 уточнялась в рамках пространственной группы I4/mmm. Похожей моделью пользовались авторы в [5–6] (рисунок 1).

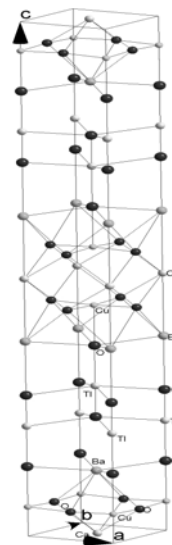


Рисунок 1 – Кристаллическая структура $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$.

В исходной модели предполагалось, что атомы фтора замещают атомы кислорода не в медьсодержащей плоскости, как это предполагалось в некоторых работах, например, в [7], а в позициях O(2), как это было показано авторами в работе [8]. Результаты уточнения приведены в [9]. По результатам уточнения были рассчитаны величины J , $d(\text{Cu}-\text{Cu})$ и (D_1+D_2) [9]. Анализ результатов уточнения параметров решетки показывает, что с ростом величины высокого давления компактирования от 1 до 2,5 ГПа происходит:

- 1) уменьшение расстояния O3 – O2;
- 2) увеличение расстояния Cu – O2;
- 3) уменьшение расстояния Ca – O1;
- 4) уменьшение расстояния Ba – O3;
- 5) увеличивается расстояние между атомами Ba и медьсодержащей плоскостью.

А с изменением x от 0 до 0,2:

- 1) уменьшается расстояние между атомами Ba и медьсодержащей плоскостью;
- 2) уменьшение расстояния Ba – O3.

Изменения параметров решетки не всегда адекватно отражают тонкие изменения в структуре, которые, видимо, имеют решающее влияние

на величину температуры перехода. Наибольшее воздействию в связи с изменением величины давления и концентрации фтора подверглись атомы бария, что совпадает с данными, приведенными в [10]. Более того, расстояние $d(\text{CuO}_2\text{-Ba})$ действительно изменяется с изменением содержания фтора (судя по изменению координаты z_{Ba}). Характер изменения координаты z_{Ba} говорит о большем содержании дырок (что согласуется с [2; 10–11]) в образцах с меньшим x (с ростом x координата z_{Ba} уменьшается, следовательно, содержание дырок уменьшается). Небольшое увеличение z_{Ba} с ростом давления от 1 до 2,5 ГПа, вероятно, может свидетельствовать о некотором увеличении содержания дырок с ростом величины давления. В пользу уменьшения числа дырок с увеличением содержания фтора свидетельствует рост расстояний $d(\text{Cu-Cu})$ (рисунок 2), что согласуется с работой [2].

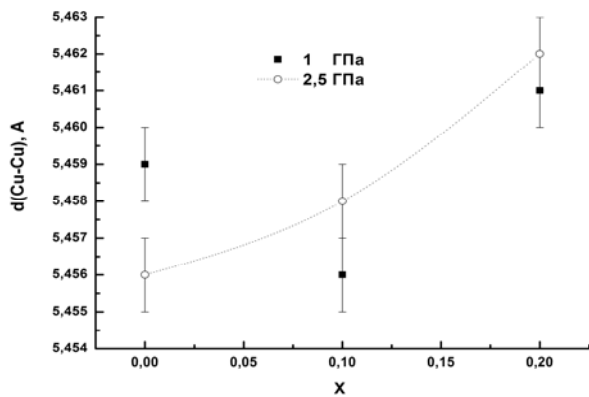


Рисунок 2 – Зависимость расстояния $d(\text{Cu-Cu})$ от содержания фтора (x).

Сдвиг атомов бария от плоскости квадрата купратной сетки связан с необходимостью сохранения равновесных расстояний между атомами бария и атомами кислорода, расположенными в плоскости CuO_2 и соответствует минимальной потенциальной энергии. Строя в [1–2; 11] зависимость T_c от отношения J ($J=d(\text{Cu-Cu})/(D_1+D_2)$) и (D_1+D_2) , авторы обнаружили, что все ВТСП фазы могут быть разделены только на две группы с присутствующей зависимостью $T_c(J)$: фазы с одним слоем

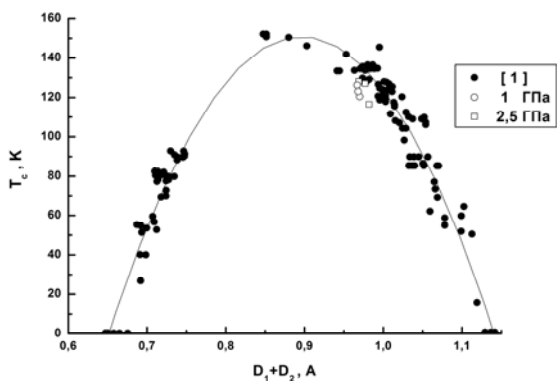


Рисунок 3 – Зависимость температуры перехода в сверхпроводящее состояние от суммы «эффективных» расстояний D_1+D_2 .

CuO_2 и с несколькими слоями. График такой зависимости схож с параболой. Однако более близкая аппроксимация этой зависимости дает уравнение полинома третьей степени (рисунки 3–4).

J растет с ростом размера и заряда катиона A [2]. Зависимости построены на основе структурных данных 131 соединения (включая Hg-1201 , Ti-2201 фазы, имеющие в решетке одну плоскость CuO_2 , и соединения, имеющие 2–4 плоскости меди, фаз Y-123 , 124, 247; Hg-1212 , 1213, 1223, 1234, 2212; Ti-1212 , 1223, 2212, 2223; $\text{Ti}_{0.5}\text{Pb}_{0.5}\text{-1212,1223}$; $\text{Hg}_{0.5}\text{Pb}_{0.5}\text{-1212}$ и др.). На графике нанесены точки, рассчитанные по результатам уточнения наших систем (величины T_c взяты как температуры начала перехода в сверхпроводящее состояние, как и в [1–2; 11]). Как видно из графиков, полученные нами точки хорошо «ложатся» на предложенную зависимость, что, с одной стороны, подтверждает достаточную точность измерения структурных параметров для образцов нашей системы, а с другой стороны, свидетельствует в пользу выбора параметров J и (D_1+D_2) для описания зависимости температуры перехода в сверхпроводящее состояние от кристаллохимических параметров. Таким образом, управление изменением расстояний Cu-Cu и $\text{CuO}_2\text{-Ba}$ может явиться одним из способов изменения T_c .

Выводы. Применение высокого давления на стадии компактирования исходной шихты позволяет: 1) снизить температуру синтеза керамики $\text{Ti}_2\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y\text{F}_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$) с 840°C (для образцов, необработанных высоким давлением [4]) до 825°C ; 2) получить более совершенные образцы (по сравнению с образцами, полученными без использования высокого давления), имеющие большую плотность и меньшую ширину перехода ($4\text{--}7\text{ K}$); 3) с ростом содержания фтора в системе $\text{Ti}_2\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y\text{F}_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$) происходит уменьшение носителей заряда (дырок), что сказывается на величине температуры перехода в сверхпроводящее состояние. Управление изменением расстояний Cu-Cu и $\text{CuO}_2\text{-Ba}$ может явиться одним из способов изменения T_c .

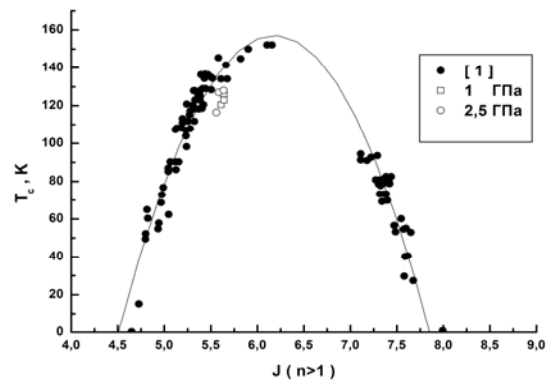


Рисунок 4 – Зависимость температуры перехода в сверхпроводящее состояние от J .

ЛИТЕРАТУРА

1. Volkova, L.M. Journal of Superconductivity: Incorporating Novel Magnetism / L.M. Volkova, S.A. Polyshchuk, S.A. Magarill, F.E. Herbeck. – 2003. – № 6. – Vol.16. – P. 937–939.
2. Volkova, L.M. Journal of Superconductivity: Incorporating Novel Magnetism / L.M. Volkova, S.A. Polysgchuk, F.E. Herbeck. – 2000. – № 4. – Vol.13. – P. 583–586.
3. Altomare, A. J.Appl.Cryst / A. Altomare, M.C. Burla, C. Giacovazzo. – 2001. – Vol.34. – P. 392–397.
4. Акимов, А.И. Влияние легирования фтором на фазообразование и сверхпроводящие свойства $Tl_2Ba_2CaCu_2O_y F_{2x}$ ($0 \leq x < 0,15$) / А.И. Акимов, С.А. Лебедев // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2005. – № 11. – С. 61–67.
5. Michel, C. Journal of Solid State Chemistry / C. Michel, C. Martin, M. Hervieu. – 1992. – Vol.96. – P. 271–286.
6. Shimakawa, Y., Physica C / Kubo, Y., Manako, T. et al. – 1988. – Vol.156. – P. 97–102.
7. Faiz, M. Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena / M. Faiz, N.M. Hamdan. – 2000. – Vol.107. – P. 283–291.
8. Akimov, A.I. Physica C. / V. Ksenofontov, S.A. Lebedev and T.M. Tkachenka. – 2006. – 443. – P. 29–32.
9. Акимов, А.И. Уточнение кристаллической структуры керамик $Tl_2Ba_2CaCu_2O_y F_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$), полученных с использованием высокого давления / А.И. Акимов, С.А. Лебедев // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007. – № 6. – С. 3–9.
10. Волкова, Л.М. Неорганические материалы / Л.М. Волкова, С.А. Полищук, С.А. Магарилл, А.Н. Соболев. – 2000. – № 9. – Т. 36. – С. 1100–1110.
11. Volkova, L.M. Journal of Structural Chemistry / L.M. Volkova, S.A. Polysgchuk, S.A. Magarill, A.N. Sobolev, F.E. Herbeck. – 2001. – №. 2. – Vol.42. – P. 239–243.

SUMMARY

The method of manufacture oxyfluorides of thallium-based HTSC $Tl_2Ba_2CaCu_2O_y F_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$) using high pressure cold pressing was developed. The hole concentration is decreased with increasing of fluorine content. The crystal structure refinement of ceramic $Tl_2Ba_2CaCu_2O_{8-x/2}F_x$ ($0; 0,1; 0,2$) was performed. The distances between Cu atoms and distances from CuO_2 to Ba atoms depend on fluorine content. Checking of changing such distances is one of the methods of controlling the magnitude of critical temperature.

Методыка выкладання

УДК 53(07)

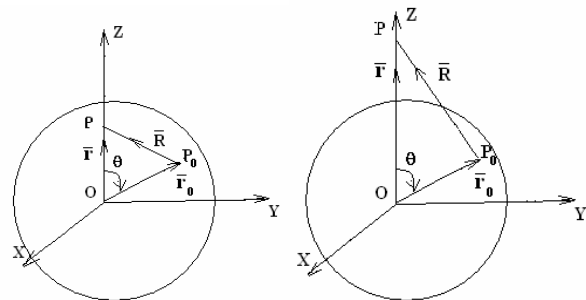
У.М. Туняк

КУРС ЭЛЕКТРАДИНАМІКІ: ДА ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛЯ СФЕРИЧНОЙ АБАЛОНКИ

Уводзіны. Вышэйадзначаная задача для гравістатычнага і электростатычнага палёў гістарычна паходзіць ад слаўтай тэарэмы Ньютана [1–2] аб супадзенні вонкавага гравітацыйнага поля тонкай сферычнай абалонкі з полем пунктавай часцінкі, якая размяшчаецца ў цэнтры абалонкі. Падлікі поля абалонкі па прыцыпе суперпазіцыі палёў выконваюцца ў шэрагу вучэбна-метадычных прац [3–4]. На нашу думку, у гэтых працах два недахопы: 1. Не выкарыстоўваецца ў яўным выглядзе паняцце сферычнай сістэмы каардынат r, θ, φ [5]. Тым самым ускладняецца рашэнне дадзенай канкрэтнай задачы і студэнты не навучацца карыстацца такой зручнай матэматычнай прыладай, як сферычныя каардынаты; 2. Пры падліку сумарнага поля робіцца не вельмі ўдалы выбар зменнай інтэгравання, што таксама ўскладняе атрыманне канчатковага выніку. Гэты артыкул утрымлівае просты, вольны ад такіх недахопаў, разлік электростатычнага поля зараджанай абалонкі на падставе прыцыпу суперпазіцыі электронапружанасцей і патэнцыялаў.

Асноўныя вынікі. Цэнтр абалонкі супадае з пачаткам каардынат O , яе радыус a , шчыль-

насць зараду на абалонцы $\rho_0 = \text{const}$. Вызначым спачатку поле абалонкі ў пункце назірання $P(\vec{r})$, які знаходзіцца на восі OZ (рысункі 1–2).



Рысунк 1 – Вонкавае поле. Рысунк 2 – Унутранае поле.

Падзелім паверхню абалонкі на бясконца малыя пляцоўкі. Яны ўзнікаюць пры перасячэнні пары бясконца блізкіх мерыдыянаў і пары бясконца блізкіх паралелей. Можам паказаць, што плошча такой бясконца малай пляцоўкі $dS = a^2 \sin \theta d\theta d\varphi$ [5]. З прычыны мізэрнасці dS кожную такую пляцоўку можна разглядаць як беспамерны матэматычны пункт P_0 з радыус-вектарам $\vec{r}_0 = a \vec{e}_r$, дзе $\vec{e}_r = \vec{e}_x \sin \theta \cos \varphi + \vec{e}_y \sin \theta \sin \varphi + \vec{e}_z \cos \theta$ (1)

ёсць адзінкавы вектар сферычнай сістэмы каардынат [5]. Квазіпунктавы зарад пляцоўкі $dQ = \rho_0 dS$ стварае ў пункце назірання $P(\vec{r})$ кулонаўскую напружанасць

$$d\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{R} dQ}{4\pi\epsilon_0 R^3}, \quad (2)$$

дзе $\vec{R} = \vec{r} - \vec{r}_0 = z\vec{e}_z - a\vec{e}_r$,

$$R = |\vec{R}| = \sqrt{z^2 + a^2 - 2az\cos\theta}.$$

Суперпазіцыя напружанасцей (2) стварае ў пункце P поле з напружанасцю

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\rho_0 a^2}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \vec{R} R^{-3} \sin\theta d\theta d\varphi. \quad (3)$$

Апошні падвойны інтэграл утрымлівае такі прасты інтэграл па φ , як

$$\int_0^{2\pi} \vec{e}_r d\varphi = 2\pi \cos\theta \vec{e}_z. \quad (4)$$

З улікам гэтага формула (3) набывае выгляд

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0} \vec{e}_z \int_0^\pi R^{-3} (z - a \cos\theta) \sin\theta d\theta, \quad (5)$$

дзе $Q = 4\pi a^2 \rho_0$ – поўны зарад абалонкі. У (5) зручна замяніць θ на новую зменную інтэгравання R ,

$$\begin{aligned} \sin\theta d\theta &= (az)^{-1} R dR, \quad z - a \cos\theta = \\ &= (z^2 + R^2 - a^2) (2z)^{-1}. \end{aligned} \quad (6)$$

З улікам (6) з (5) вынікае прасты выраз

$$\begin{aligned} \vec{E}(\vec{r}) &= \frac{Q}{16\pi\epsilon_0 a z^2} \vec{e}_z \int_{|z-a|}^{|z+a|} \left(1 + \frac{z^2 - a^2}{R^2}\right) dR = \\ &= \frac{Q}{16\pi\epsilon_0 a z^2} \vec{e}_z [|z+a| - |z-a|] \times \\ &\times [1 + \operatorname{sgn}(z+a)\operatorname{sgn}(z-a)], \end{aligned} \quad (7)$$

дзе $\operatorname{sgn}x \equiv |x|x^{-1}$. Унутры абалонкі апошняя дужка ў (7) роўная нулю. Паколькі атрыманая такім чынам адсутнасць поля ўнутры раўнамерна зараджанай абалонкі ёсць непасрэдным вынікам закону Кулона, то, пачынаючы з доследаў Кавендыша (1774 г.), яе выкарыстоўваюць для праверкі гэтага закону. Па-за абалонкай апошняя дужка ў (7) роўная двум, і мы атрымаем электрычную напружанасць

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 z^2} \vec{e}_z = \frac{Q\vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}, \quad (8)$$

якая супадае з кулонаўскай напружанасцю поля пунктавага зараду Q , што размяшчаецца ў цэнтры абалонкі. Пасля вызначэння поля ў пункце P , які знаходзіцца на восі OZ , трэба падкрэсліць, што поле абалонкі – гэта сферычна-сіметрычнае поле, у якім няма прывілеяваных напрамкаў. Таму, такі ж самы вектар \vec{E} поля абалонкі будзем мець

у адвольным пункце прасторы P з радыус-вектарам \vec{r} . Гэта азначае, што калі ўвесці два абсягі прасторы l з $r < a$ і l з $r > a$, то шуканая напружанасць поля абалонкі мае выгляд

$$\vec{E}_l(\vec{r}) = 0, \quad \vec{E}_l(\vec{r}) = \frac{Q\vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}. \quad (9)$$

Адзначым аналагічны разлік скалярнага патэнцыялу поля абалонкі. Зарад dQ стварае ў пункце назірання $P(\vec{r})$, які знаходзіцца на восі OZ , кулонаўскі патэнцыял

$$d\Phi(\vec{r}) = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R}. \quad (10)$$

Суперпазіцыя патэнцыялаў (10) дае сумарны патэнцыял

$$\begin{aligned} \Phi(\vec{r}) &= \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a z} \int_{|z-a|}^{|z+a|} dR = \\ &= \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a z} [|z+a| - |z-a|]. \end{aligned} \quad (11)$$

Гэта прыводзіць да ўнутранага патэнцыялу $Q(4\pi\epsilon_0 a)^{-1}$ і вонкавага патэнцыялу $Q(4\pi\epsilon_0 r)^{-1}$.

З прычыны сферычнай сіметрыі такі ж патэнцыял будзем мець у адвольным пункце прасторы, які знаходзіцца на такой жа адлегласці r ад цэнтры абалонкі, г. зн.

$$\Phi_I(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}, \quad \Phi_{II}(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}. \quad (12)$$

Заклучэнне. Простае рашэнне задачы аб полі абалонкі, атрыманае ў гэтай працы па прычыне суперпазіцыі электранапружанасцей і патэнцыялаў, мэтазгодна выкарыстоўваць у курсе электрадынамікі разам з традыцыйным для гэтай задачы спосабам прымянення інтэгральнай электрычнай тэарэмы Гауса.

ЛІТАРАТУРА

1. Парселл, Э. Электричество и магнетизм / Э. Парселл. – М., 1971.
2. Александров, Н.В. Курс общей физики / Н.В. Александров, А.Я. Яшкин. – Механика. М., 1978.
3. Беликов, Б.С. Решение задач по физике. Общие методы / Б.С. Беликов. – М., 1986.
4. Ахраменко, Н.А. Исследование электрического поля сферы / Н.А. Ахраменко, Л.М. Булавко // Весці БДПУ. – 2006. – № 3. – С. 6–9. – Серыя 3.
5. Болсун, А.И. Методы математической физики / А.И. Болсун, В.К. Гронский, А.А. Бейда. – Минск, 1988.

SUMMARY

With the explicit use of spherical coordinates and convenient choice of the integration variable the simple solution of a classical problem of the field of thin charged shell is obtained on the basis of the principle of superposition of electrostatic strengths and potentials.

ФІЗІЧНЫ ЭКСПЕРЫМЕНТ У СУЧАСНЫМ АДУКАЦЫЙНЫМ ПРАЦЭСЕ

Уводзіны. У гісторыі развіцця грамадства вызначаюцца два важныя ўзаемазвязаныя працэсы – пазнанне навакольнага свету і навучанне падростаючага пакалення. Імкненне да пазнання навакольнага свету ўласціва чалавеку на самых ранніх этапах яго развіцця. Яно выяўляецца ў спробах растлумачыць усе з’явы і працэсы, што працякаюць вакол яго, адказаць на ўзнікшыя пытанні. Аднак такі шлях вывучэння і разумення прыроды аказаўся настолькі прымітыўным, што прывёў да вылучэння розных міфалагічных тлумачэнняў жыццёва важных для чалавека пытанняў.

Станоўчыя адказы на пытанні, якія ўзніклі пры даследаванні асобных з’яў прыроды (перыядычнасць змены дня і ночы, змены параў года, падзенне цел і г. д.), прывяло чалавецтва на шлях навуковага пазнання прыроды – *эксперыменту*.

Практыка навуковых даследаванняў, гістарычны вопыт фізічнай навукі сведчыць аб тым, што развіццё пазнання прадугледжвае непарыўнае ўзаемадзеянне вопыту і тэарэтычнага мыслення. У выніку апытання, праведзенага сярод амерыканскіх фізікаў (2002 г.), было вызначана дзесяць найпрыгажэйшых і значных эксперыментаў за ўсю гісторыю фізічнай навукі:

- эксперымент Эратасфена Кірэнскага (бібліятэкар Александрыйскай бібліятэкі, III ст. да н. э.): вызначаны радыус зямнога шара;
- эксперымент Г. Галілея з падаючымі прадметамі з Пізанскай вежы (XVII ст.): даказана, што скорасць падзення цел не залежыць ад іх масы;
- эксперымент Г. Галілея з шарамі, што коцяцца па нахільнай дошцы (XVII ст.): атрымана квадратычная залежнасць $s \approx t^2$;
- эксперымент І. Ньютана са шкляннай прызмай (1672 г.): доказ таго, што белае святло – гэта вялікая колькасць складальных;
- эксперымент Г. Кавендыша па вызначэнні гравітацыйнай пастаяннай (1798 г.);
- эксперымент Т. Юнга (1801 г.): адкрыта з’ява інтэрферэнцыі святла;
- эксперымент Ж. Фуко (1851 г.): даказана вярчэнне Зямлі вакол восі;
- эксперымент Э. Рэзерфорда (1909 г.): вызначана структура атама;
- эксперымент Р. Мілікена па вызначэнні зараду электрона (1913 г.);

- эксперымент К. Ёнсана (1961 г.): даказана, што законы інтэрферэнцыі і дыфракцыі дзейнічаюць для пучкоў элементарных часціц такім жа чынам, як і для светлавых хваль.

Эксперымент з’яўляецца канкрэтным спалучэннем абстрагуючай дзейнасці чалавечага розуму з жывым пачуццёвым сузіраннем. «Ныне ученыя люди, а особливо испытатели натуральных вещей, – писаў Ламаносаў, – мало взирают на родившиеся в одной голове мысли и пустые речи, но больше утверждают на достоверном искусстве» [1, с. 118].

З мэтай папулярызацыі сапраўдных навуковых ведаў сярод рускіх чытачоў, Ламаносаў імкнуўся выклікаць іх дапытлівасць, зарадзіць жаданне самаму праверыць перададзеныя факты і нічога не прымаць на веру. Вучоны выканаў пераклад працы Л.Ф. Цюміга і выдаў у 1746 г. пад назвай «Волфианская экспериментальная физика».

Актыўная пазнавальная дзейнасць дазваляе забяспечыць глыбокае разуменне вучэбнага матэрыялу, выклікае цікавасць да прадмета.

Пры вывучэнні фізікі навучэнцы павінны засвоіць веды аб метадах навуковага пазнання прыроды і развіваць здольнасці да самастойнага набыцця новых ведаў па адзначанай дысцыпліне ў адпаведнасці з жыццёвымі патрэбамі і інтарэсамі. Як правіла, у стандартах адукацыі і праграмах у якасці неабходных пералічаны ўменні: назіраць і апісваць з’явы рознай фізічнай прыроды, вымяраць фізічныя велічыні, праводзіць эксперыментальныя даследаванні па вылучэнні відаў залежнасці паміж фізічнымі велічынямі.

Неабходнасць эмпірычнага метаду пазнання абумоўлена наступнымі прычынамі:

- эксперымент у фізіцы – абавязковы сродак атрымання новых ведаў, без якога немагчыма пачаць і закончыць пазнавальны працэс;
- эксперыментальны метады пазнання найбольш адпавядае пазнавальным магчымасцям навучэнцаў;
- эмпірычныя метады пазнання ўключаюць дзеянні, якія неабходны для рацыянальнага рашэння шматлікіх жыццёвых і прафесійных задач.

Асноўныя вынікі даследавання і іх абмеркаванне. Сучасны адукацыйны працэс рэалізацыі асноўных задач навучання павінен у

абавязковым парадку ўключаць эмпірычныя метады пазнання, а таксама далучаць да яго навучэнцаў.

Імклівы тэмп развіцця навукі і тэхнікі ставіць перад выкладчыкамі сур'ёзныя задачы. Неабходна, каб складаныя, абстрактныя паняцці не толькі ўспрымаліся навучэнцамі, але і ў далейшай жыццядзейнасці чалавек змог іх творча выкарыстаць.

Асноўнымі якасцямі фізічнага эксперыменту з'яўляюцца гібкасць і здольнасць укараняць новаўвядзенні як навуковыя (пры правядзенні эксперыменту), так і педагогічныя (у методыцы навучання правядзенню эксперыменту). Распрацаваны розныя мадыфікацыі методыкі навучання правядзенню фізічнага эксперыменту ў межах прымянення інавацыйных метадаў, заснаваных на камп'ютэрных тэхналогіях.

Адным са спосабаў рашэння гэтай задачы з'яўляецца шырокае выкарыстанне фізічных дэманстрацый. Прычым, асаблівае значэнне надаецца прастаце эксперыментальных устаноў, якія забяспечваюць даступнасць разумення і развіццё пазнавальнага інтарэсу да вывучаемага прадмета. «Поскольку показывать приходится сложные физические явления..., часто необходимо создавать специальные установки, отличные от исследовательских. Отличие должно состоять в простоте, методической целесообразности и доступности изготовления» [2, с. 1].

Фундаментальныя законы, устаноўленыя ў фізіцы, больш складаныя за тыя простыя праяўленыя сувязі паміж асобнымі фактамі, з якіх пачыналася даследаванне. Пазнанне – доўгі і працаёмкі працэс. Аднак дзякуючы эксперыментальным фактам навуковы метадаў стаў паспяховым і пранікальным.

У наш час, калі рэзка ўзрасла роля тэорыі ў выкладанні фізікі, важна не ўпасці ў крайнасць празмернай тэарэтызацыі школьнага курса фізікі. А школьнаму эксперыменту не надаваць толькі ілюстрацыйную ролю. Такое звужэнне функцый школьнага фізічнага эксперыменту можа прывесці да паніжэння ідэйнага ўзроўню курса, да няправільнага разумення навучэнцамі механізму развіцця навукі і ролі эксперыменту ў навуковым пазнанні. Акадэмік Г.С. Ландсберг адзначаў: «Отчетливое понимание... экспериментального характера физических законов имеет крайне важное значение: оно делает из физики науку о природе, а не систему умозрительных построений; с другой стороны, оно прививает мысль о границах применимости установленных физических законов, основанных на них теорий, и открывает перспективы дальнейшего развития науки» [3, с. 14–15].

Ажывіць выкладанне нагляднымі вобразамі, выклікаць дзейнасць навуковага ўяўлення і пры дапамозе яго стварыць не фармальныя, а канкрэтныя ўяўленні аб з'явах прыроды – вось адна з задач выкладання, важнасць якой адзначалі многія педагогі. Я.А. Каменскі ў сваёй знакамітай працы «Великая дидактика» пісаў: «Чем более знание опирается на ощущение, тем оно достовернее. Поэтому, если мы желаем учащимся привить истинное и прочное знание вещей, вообще нужно обучать всему через личное наблюдение и чувственное доказательство» [4, с. 389]. Пры навучанні мы развіваем органы пачуццяў навучэнцаў і падводзім іх да больш тонкіх назіранняў прадметаў і з'яў знешняга свету. Таму неабходна ведаць, як выклікаць інтарэс да тых з'яў, якія штодзённа нас акружаюць, і паказаць, што яны таксама цудоўныя як з'явы незвычайныя, якія здзіўляюць нас [5].

Эмпірычныя метады даследавання разглядаюцца як узровень навуковага пазнання, як разнастайнасць метадаў даследавання, сярод якіх вылучаюць эмпірычныя (выкарыстанне пры назапашванні фактараў, першаснай сістэматызацыі ведаў, фармуліроўцы эмпірычных законаў) і тэарэтычныя метады, якімі дасягаецца сінтэз ведаў [6].

Да эмпірычных метадаў даследавання адносяць: назіранні, параўнанні, вымярэнні і эксперымент. Эмпірычныя веды, у аснове якіх ляжыць назіранне, адлюстроўваюць знешнія ўласцівасці прадмета і таму цалкам абапіраюцца на наглядныя ўяўленні. Фармалізм пры вывучэнні фізікі не садзейнічае развіццю неабходнага ўзроўню творчых здольнасцей. Больш таго: «Решение обычных текстовых задач не позволяет непосредственно знакомить учащихся с экспериментальным методом исследований, который широко применяется в физике, что также не способствует приобретению ими научных, осознанных, глубоких и прочных знаний по данному предмету» [7, с. 2]. З другога боку, адной з задач, якая пастаўлена перад школай, з'яўляецца развіццё практычных уменняў навучэнцаў, паспяховае рашэнне якой непасрэдна звязана з удасканаленнем фізічнага практыкуму. «Непрерывно возрастающий объем учебной информации в связи с абстрактным математическим характером методов анализа физического знания, – падкрэслівае ў сваёй працы В.А. Астроўскі, – обуславливает повышение внимания к наглядности преподавания, требует широкого применения демонстрационного метода» [8, с. 3]. Такім чынам, вучэбнаму фізічнаму эксперыменту належыць важная функцыя сувязнага зв'язна

паміж навакольнай рэчаіснасцю і матэрыялам курса фізікі.

У выніку эксперыменту ўзнаўляецца вывучаемая з'ява, працэс ці закон, даследуецца яго залежнасць ад умоў і параметраў, якія спадарожнічаюць, праводзяцца неабходныя вымярэнні. У працэсе эксперыменту адбываецца актыўнае ўмяшальніцтва даследчыка ў разглядаемую з'яву з мэтай спасціжэння яе сутнасці.

Неабходна адзначыць, што абсталяванне ў большасці школ фізічна і маральна састарэла, не адпавядае сучаснаму ўзроўню развіцця тэхнікі і тэхналогій. Выкарыстанне састарэлага абсталявання зніжае цікавасць навучэнцаў да прадмета, паколькі яны не бачаць прымянення атрыманых навыкаў работы з прыборамі ў сучасным жыцці, напоўненым новымі вылічальнымі прыладамі і прыборамі. Адзін са спосабаў вырашэння гэтай праблемы бачыцца ў прымяненні інфармацыйных тэхналогій у адукацыйным працэсе, што дае магчымасць дэманстрацыі эксперыменту або фізічных працэсаў, якія немагчыма ажыццявіць у межах школьнай лабараторыі.

Выкарыстанне інтэрактыўных мадэлей, якія дазваляюць навучэнцам самім праводзіць разнастайныя доследы і рашаць эксперыментальныя задачы, вырашае праблему адсутнасці ці недахопу неабходнага лабараторнага абсталявання ў сітуацыях, калі віртуальны эксперымент здольны замяніць рэальны фізічны, дазваляе рабіць разнастайным працэс навучання. Гэта павышае цікавасць у навучэнцаў да вучобы, дае магчымасць ажыццявіць інтэграцыю адукацыйных галін (фізіка, інфарматыка, матэматыка і інш.), пры якой навучэнцы могуць прымяняць свае ўменні і навыкі ў розных дысцыплінах.

У будучым выкарыстанне інтэрфейсных блокаў, спалучаных з ЭВМ, і датчыкаў фізічных велічынь для дэманстрацыйнага і лабараторнага вучэбнага эксперыменту дазволіць мадэрнізаваць традыцыйнае фізічнае абсталяванне для яго выканання. Вядома, што для рэалізацыі ўсіх пераваг укаранення камп'ютэрных тэхналогій неабходна тэхнічнае і праграмае забеспячэнне. Эксперымент з камп'ютэрнымі мадэлямі ў фізіцы заключаецца ў тым, што апісанне рэальнага аб'екта ажыццяўляецца на мове, адпаведнай мове матэматыкі. Матэматычнае апісанне з'яўляецца важнай часткай мадэлі. Яно дазваляе лакалізаваць уплыў асобных фактараў, вывучаць іх паслядоўна, у залежнасці ад інтэнсіўнасці ўздзеяння. Гэта дае магчымасць праводзіць якасны аналіз уздзеяння на фізічную сістэму ў шырокіх межах, вывучаць «пераразмеркаванне роляў» розных фактараў пры змяненнях сістэмы. Натуральна,

што такое апісанне мадэлі дазваляе рабіць колькасныя ацэнкі паводзін сістэмы і параўноўваць іх з эксперыментальнымі данымі. Даволі часта матэматычная мадэль змяшчае параметры, вызначэнне якіх магчыма толькі пры параўнанні разлікаў з эксперыентам. Абагульненая схема «фізічная сістэма – фізічная мадэль – матэматычная мадэль» дазваляе даследаваць шырокі клас фізічных з'яў і працэсаў.

Вынікам такой работы служыць глыбокае разуменне навучэнцамі сутнасці фізічных з'яў, здольнасць самастойна ставіць перад сабой праблему і знаходзіць шляхі яе вырашэння, выказаць гіпотэзы і правяраць іх эксперыментальна. Камп'ютэр выкарыстоўваецца не толькі як сродак навучання, але і як універсальны фізічны прыбор, які дазваляе знаходзіць неабходную інфармацыю, ставіць шэраг унікальных фізічных доследаў. Вядома, ён не можа, ды і не павінен цалкам замяняць рэальны фізічны эксперымент. Ніякі прыгожы малюнак на экране манітора не замяніць фізічны эксперымент, які праведзены навучэнцамі. Аднак прымяненне сучасных ІТ на ўроках фізікі раскрывае новыя магчымасці ў навучанні, дазваляе развіваць творчыя здольнасці, актывізіраваць пазнавальную дзейнасць і павышаць матывацыю да навучання. Фізіка адкрывае выключныя магчымасці для развіцця пазнавальных і творчых здольнасцей навучэнцаў, што дае магчымасць выдзеліць наступныя задачы:

- фарміраванне сучасных уяўленняў аб навакольным свеце;
- развіццё ўменняў назіраць прыродныя з'явы, выказаць свае гіпотэзы для іх тлумачэння, будаваць тэарэтычныя мадэлі;
- планаваць і ажыццяўляць дамашнія фізічныя эксперыменты (доследы) для праверкі вынікаў фізічных тэорый (або прадугледзець праблему наступных заняткаў);
- аналізаваць вынікі выкананых эксперыменту і практычна прымяняць у штодзённым жыцці веды, атрыманых на ўроках фізікі.

Даволі часта эксперымент становіцца крыніцай супярэчнасцей, стварае на занятках праблемныя сітуацыі. Гэта адбываецца ў тым выпадку, калі даныя, атрыманых эксперыментальным шляхам, уступаюць у супярэчнасць з вядомымі фізічнымі заканамернасцямі. Вывучэнне фізікі можа быць паўнацэнным толькі пры сістэматычным і добра прадуманым выкарыстанні вучэбнага фізічнага эксперыменту, калі назіранні і доследы стануць у лік вядучых метадаў навучання. Гэта важна пры пераходзе на профільнае навучанне.

Законы фізікі заснаваны на фактах, устаноўленых эксперыментальным шляхам. Назіранні, аналіз і абагульненне атрыманых

рэзультатаў прыводзяць да выпрацоўкі паняццяў, што ўяўляе першы крок на шляху пазнання прыроды. Наступны крок заключаецца ў пераходзе да колькасных характарыстык вывучаемых аб'ектаў, устанаўлення сувязей паміж назіраемымі з'явамі і ўласцівасцямі цел. «Чтобы из наблюдений сделать общие выводы, выяснить причины явлений, надо установить количественные зависимости между величинами. Если такая зависимость получена, то говорят, что найден физический закон» [9, с. 17].

Ад непасрэднага назірання пераходзяць да доследу, эксперыменту, які з'яўляецца наступным крокам у пазнанні прыроды. Любая з'ява, любы працэс, уласцівасць любога цела бясконца складаныя. Таму, з даследавання фізічнай з'явы выяўляюць тое галоўнае, ад чаго гэтая з'ява істотна залежыць. Пры паўтарэнні з'явы ў лабараторных умовах выяўляюць залежнасць адной велічыні, якая характарызуе з'яву, ад кожнай з іх па-асобку. «Принцип науки, – пісаў вядомы вучоны – фізік Р. Фейнман, – состоит в следующем: пробный камень всех наших знаний – это опыт. Опыт, эксперимент – это единственный судья научной истины. А в чем же источник знаний? Откуда происходят те законы, которые мы проверяем? Да из того же опыта: он помогает нам выводить законы, в нем таятся намеки на них. А сверх того нужно еще воображение, чтобы за намеками увидеть что-то большее и главное, чтобы отгадать нежданную, простую и прекрасную картину, встающую за ними, и потом поставить опыт, который убедил бы нас в правильности догадки» [10, с. 22].

У эксперыментальных даследаваннях па фізіцы інтуіцыя вучонага праяўляецца ў прадбачанні канчатковага выніку. Таму, перш чым прыступіць да дэманстрацыйнага ці фронтальнага эксперыменту, лабараторнай працы неабходна прадугледзець, які вынік можа атрымацца, і толькі потым праводзіць эксперымент, пры дапамозе якога правяраецца правільнасць нашых разважанняў. Актыўнасць навучэнца вызначаецца ўнутранымі пабуджальнымі сіламі. Прычым, разумовую актыўнасць суправаджае эмацыянальны настрой, што прыводзіць да развіцця інтарэсу да ведаў. На першай ступені навучання фізіцы вялікую ролю адыгрываюць нагляднасць, апора на канкрэтны вобраз.

Эксперыментальна-даследчыя заданні з'яўляюцца асноўным відам творчых заданняў, якія выкарыстоўваюцца на ўроку пры тлумачэнні новага матэрыялу, замацаванні пройдзенага.

Шматлікія даследчыя заданні, якія ў класе па розных прычынах выканаць немагчыма, могуць быць прапанаваны ў якасці дамашняга задання.

Дамашнія доследы і назіранні:

- даюць магчымасць пашырыць абсяг сувязі тэорыі з практыкай;
- развіваюць інтарэс да фізікі і тэхнікі;
- параджаюць творчую думку і развіваюць здольнасці да вынаходніцтва;
- прывучаюць да самастойнай даследчай работы;
- выпрацоўваюць уменні назіраць, развіваюць увагу, настойлівасць і акуратнасць.

Дамашнія эксперыментальныя задачы навучэнцы выконваюць з большым інтарэсам, чым іншыя віды заданняў. Уменні назіраць, эксперыментаваць, канструяваць дапамогуць навучэнцам у падрыхтоўцы да працы ў розных галінах вытворчасці. Поспех выканання творчага задання, яго пазнавальнае і развіццёвае значэнне ў многім залежыць ад таго, наколькі разнастайнымі і змястоўнымі будуць рашэнні. Пры выкананні творчых заданняў навучэнцы павінны карыстацца індывідуальнымі кансультацыямі, але дапамога не павінна насіць характар падказкі і нівеліраваць іх творчую працу.

Пазнанне пачынаецца з назірання фактаў. Пад назіраннем разумеюць адносна працяглае, «преднамеренное и целенаправленное восприятие, обусловленное задачей деятельности... С развитием науки наблюдение становится все более сложным и опосредованным» [11, с. 185]. Навукова пастаўленае назіранне будзеца па загадзя абмеркаваным плане, вядзецца сістэматычна, мае строга вызначаную задачу. Умець назіраць – гэта значыць аналізаваць, сістэматызаваць, параўноўваць і абгульняць, выдзяляць самае галоўнае, істотнае; выяўляць асноўныя змяненні, якія адбываюцца з вывучаемымі аб'ектамі, і ўстанаўліваць іх сувязі і залежнасці.

Анкетаванне навучэнцаў, праведзенае ў розных навучальных установах, пацвярджае важную ролю назірання пры вывучэнні фізікі. Так, ад 42% да 74% апытаных навучэнцаў любяць знаёміцца з рознымі рэчывамі і іх уласцівасцямі; назіраць за фізічнымі з'явамі ў прыродзе; праводзіць доследы па фізіцы; разбіраць і рамантаваць розныя механізмы, што павышае іх цікавасць да вывучэння фізікі. З другога боку, апытанне настаўнікаў пацвярджае мэтазгоднасць правядзення заняткаў на прыродзе. Гэта эфектыўны спосаб павышэння матывацыі для вывучэння прадмета (100%).

Назіранне можна разглядаць не толькі як просты, элементарны метаад пазнання, але і як складальную неад'емную частку больш дасканалы метаду пазнання – эксперыменту, які без назірання не мае ніякага сэнсу. Пры вывучэнні аб'екта ва ўмовах эксперыменту

ствараюцца спецыяльныя ўмовы для назірання. У гэтым выпадку назіральнік уключаецца ў натуральны ход з'явы, калі не толькі змяняюцца ўмовы назірання, але і выключаецца ўплыў многіх фактараў, разглядаюцца з'явы быццам бы ў «чыстым выглядзе». Пры дапамозе эксперыменту навука можа растлумачыць з'явы матэрыяльнага свету і непасрэдна авалодаць імі. «Решение поставленных задач требует совершенствования всего учебно-воспитательного процесса, в том числе преподавания физики, являющейся основой современной техники. Физика как естественнонаучная дисциплина в средней школе должна изучаться на экспериментальной основе» [12, с. 1].

Назіранні і эксперымент з'яўляюцца важнейшымі метадамі даследавання ў навуковым пазнанні, крыніцай навуковых фактаў, на аснове якіх (у выніку тэарэтычнага аналізу і матэматычнай апрацоўкі) устанаўліваюцца навуковыя ісціны і робяцца абагульненні. Гэты факт пацвярджаецца данымі праведзенага анкетавання сярод навучэнцаў: каля 100% рэспандэнтаў цікавяцца навейшымі дасягненнямі сучаснай тэхнікі, любяць назіраць і праводзіць доследы.

У наш час у даследаваннях вучоных-метадыстаў і ў школьнай практыцы працягваецца пошук эфектыўных метадаў навучання фізіцы ў агульнаадукацыйнай школе. Аднак чакаемага больш глыбокага засваення ведаў не назіраецца. Асноўнымі прычынамі такога ўзроўню паспяховасці і зніжэння інтарэсу навучэнцаў да фізікі ў масавай школе з'яўляюцца рост патрабаванняў, якія прад'яўляюцца школьнікам у працэсе навучання, а таксама «проблема агульнага разумення і ацэнкі значэння навукі: неадекватнае ўспрыяццё навукі грамадствам і недастатковае разуменне фундаментальных палажэнняў і сучасных тэндэнцый развіцця фізікі» [13, с. 8]. Такім чынам, развіццё актыўнай пазнавальнай дзейнасці навучэнцаў, фарміраванне ўмення праводзіць назіранні, ставіць доследы павінны забяспечыць мэтанакіраваную дзейнасць навучэнцаў, садзейнічаць асэнсаванаму засваенню вучэбнага матэрыялу, скарачэнню часу на іх падрыхтоўку. Неабходна падключэнне навучэнцаў да актыўнага набыцця ведаў, забяспечыць павышэнне іх інтарэсу да фізікі.

Многія вучоныя, педагогі і настаўнікі школ вялікую ўвагу надавалі назіранням і доследам у вучэбным працэсе пазнання. К.Дз. Ушынскі падкрэсліваў: «Как бы ни были логически верны наши выводы, но если данные, воспринятые нами из внешнего мира не верны, то и выводы будут ложны. Отсюда вытекает обязанность для первоначального обучения – учить

дитя наблюдать верно и обогащать его душу возможно полными, верными, яркими образами, которые потом становятся элементами его мыслительного процесса» [14, с. 645].

У адрозненне ад навуковага назірання і эксперыменту, вучэбны эксперымент уяўляе сабой двухбаковы працэс, які складаецца з дзейнасці настаўніка ў арганізацыі назірання і эксперыменту і ўласнай дзейнасці навучэнцаў, уключае ў сябе пачуцці і ўспрыманні. Разглядаючы назіранне і эксперымент як метады выкладання фізікі, А.В. Пёрышкін падкрэсліваў: «Физический эксперимент представляет собой воспроизведение изучаемого явления в условиях, удобных для его наблюдения и изучения... Физический эксперимент в широком понимании является одним из методов преподавания физики» [15, с. 202].

Вывады. На аснове вышэйсказанага можна зрабіць наступныя вывады аб ролі назіранняў і эксперыменту ў вучэбным працэсе: яны з'яўляюцца неад'емнай часткай працэсу вывучэння фізікі; пры выкананні іх адбываецца назапашванне істотных фактаў аб уласцівасцях прадметаў і з'яў, фарміруецца база для творчых уяўленняў і навуковых паняццяў; выкарыстоўваюцца пры навучанні розным прадметам прыродазнаўчага цыкла (пацверджана 100% апытаных настаўнікаў школ).

Вучэбнае назіранне і эксперымент займаюць адметнае месца сярод разнастайных метадаў навучання, даюць магчымасць азнаёміць навучэнцаў з асноўнымі метадамі навуковага пазнання і выпрацаваць уменні самастойна карыстацца імі; вялікая іх роля ў навучанні, выхаванні і развіцці навучэнцаў пацверджана 100% апытаных настаўнікаў школ.

Неабходнасць фарміравання ў навучэнцаў глыбокіх ведаў аб сутнасці эксперыментальнага пазнання вызначаецца той ролю, якую займае эксперымент у фізічных даследаваннях:

- ён з'яўляецца крыніцай новых ведаў аб фактах, якія сістэматызуюцца і абагульняюцца ў законах і тэорыях;
- толькі эксперымент служыць сапраўдным крытэрыем істотнасці любой тэарэтычнай канцэпцыі, гіпотэзы, навуковага сцвярджэння;
- праз эксперымент ажыццяўляецца сувязь фізічных ведаў з тэхнікай, вытворчасцю і бытам.

Далейшае развіццё навукі і тэхнікі ставіць на парадак дня задачу пастаяннага ўдасканалення метадыкі выкладання. Яе важным элементам, на думку Г.С. Ягорава, А.Н. Казлова, Н.Я. Малаткова, В.М. Навумчыка і інш., з'яўляецца непарыўная распрацоўка дэманстрацый і эксперыменту, якія забяспечаць глыбіню

разумеңня вивучаемых фізічных з'яў. Вядома, гэтая праца нялёгка, паколькі тут сустракаюцца цяжкасці як прырода-навуковага, так і метадыка-псіхалагічнага характару. Цяжкасці ўзмацняюцца тымі абставінамі, што такую працу вядуць нямногія калектывы і асобныя энтузіясты, у той час як важнасць задачы патрабуе значна большага маштабу даследаванняў і ўвагі.

Немалаважнай з'яўляецца падрыхтоўка будучых настаўнікаў фізікі для рэалізацыі названых задач. Нягледзячы на наяўныя распрацоўкі ў галіне эксперыментальнай падрыхтоўкі студэнтаў педагагічных ВНУ, у будучых настаўнікаў назіраюцца пэўныя цяжкасці, звязаныя з правядзеннем дэманстрацый і лабараторных работ як традыцыйных, так і тых, што патрабуюць выкарыстання сучаснага камп'ютэрнага абсталявання. Дадзеную праблему можна вырашыць за кошт уключэння ў вучэбны працэс інавацыйных метадаў (у прыватнасці метаду праектаў) пры выкананні студэнтамі лабараторных работ па курсе фізікі. Дзякуючы такому спосабу правядзення лабараторных работ, будучы спецыяліст набывае неабходныя тэарэтычныя веды, дастатковыя для таго, каб разабрацца ў фізічных з'явах, працэсах і працаваць з лабараторным абсталяваннем без адрыву тэорыі ад практыкі. Для будучага настаўніка фізікі выкананне лабараторных работ можа служыць не толькі спосабам набывання новых фізічных ведаў, але і шэрага неабходных прафесійных уменняў, якія будуць развівацца пры пэўнай арганізацыі вучэбнага працэсу.

Паколькі ўсё большы інтарэс выклікаюць кібернетычныя падыходы да выкладання курса фізікі, што звязаны з камп'ютэрным мадэліраваннем, з'явіліся лабараторныя работы, якія базіруюцца на выкарыстанні камп'ютэрных тэхналогій пры правядзенні эксперыментаў па курсе фізікі, у выніку чаго ўзнік новы від эксперыменту – «віртуальны». Гэта, на наш погляд, робіць мэтазгодным уключэнне ў натурны фізічны эксперымент элементаў віртуальнага. Паказ некаторых віртуальных фрагментаў рэкамендуецца праводзіць перад рэальным эксперыментам, напрыклад, відэафільм «Праламленне святла». Пэўныя з іх рэкамендуецца паказваць пасля фронтальных эксперыментаў (відэафільм «Магнітныя полюсы»). У выпадку спалучэння натурнага і віртуальнага эксперыментаў у вучэбным працэсе па курсе фізікі праектны метада можа быць выкарыстаны найбольш эфектыўна, паколькі пры яго прымяненні ў студэнтаў фарміруюцца

праектныя і інфармацыйныя ўменні: вызначаць і фармуліраваць мэту, планаваць дзейнасць, ажыццяўляць рэфлексію, праводзіць пошук неабходнай інфармацыі, сістэматызаваць інфармацыю.

ЛІТАРАТУРА

1. *Радовский, М.И.* М.В. Ломоносов и Петербургская академия наук / М.И. Радовский. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 336 с.
2. *Перкальскис, Б.Ш.* Использование некоторых современных научных и технических средств в физических демонстрациях: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Б.Ш. Перкальскис. – Томск, 1963. – 10 с.
3. *Элементарный учебник физики* / под ред. акад. Г.С. Ландсберга. – М.: Наука, 1971. – Т. 1. – 656 с.
4. *Коменский, Я.А.* Великая дидактика / Я.А. Коменский // Избр. пед. соч. В 2 т. – Т. 1. – М.: Педагогика, 1982. – С. 242–476.
5. *Розенберг, В.Л.* Первые уроки физики / В.Л. Розенберг. – С.-Пб., 1913. – 124 с.
6. *Швыров, В.С.* Теоретическое и эмпирическое в научном познании / В.С. Швыров. – М.: Наука, 1978. – 382 с.
7. *Давиден, А.А.* Экспериментальные задачи как средство повышения уровня и качества знаний учащихся по физике: автореф. дис. ... канд. пед. наук / А.А. Давиден. – Киев, 1991. – 22 с.
8. *Островский, В.А.* Демонстрационные и лабораторные эксперименты по анизотропии вещества и поляризаационным эффектам в широком диапазоне электромагнитных волн: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.А. Островский. – Л., 1987. – 18 с.
9. *Мякишев, Г.Я.* Основные особенности физического метода исследования / Г.Я. Мякишев // Физика в школе. – 1985. – № 6 – С. 15–19.
10. *Фейнман, Р.* Фейнмановские лекции по физике. В 10 т. Т. 1 / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс М. – М.: Мир, 1965. – 268 с.
11. *Большая советская энциклопедия.* В 30 т. Т. 30 / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Сов. энцикл., 1969–1978. – 632 с.
12. *Мулевский, В.Б.* Система учебного оборудования для реализации количественного подхода при изучении механики: автореф. дис. ... канд. пед. наук / В.Б. Мулевский. – Л., 1981. – 16 с.
13. *Симонова, Н.В.* Методические условия осуществления практико-ориентированного курса физики базовой общеобразовательной школы: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Н.В. Симонова. – Минск, 2005. – 22 с.
14. *Ушинский, К.Д.* Избранные педагогические сочинения. В 2 т. / К.Д. Ушинский; под ред. В.А. Струминского. – М.: Учпедгиз, 1954. – Т. 2. – 734 с.
15. *Перышкин, А.В.* Преподавание физики в 6–7 классах средней школы: пособие для учителей. – 4-е изд., перераб. / А.В. Перышкин, Н.А. Родина, Х.Д. Рошовская. – М.: Просвещение, 1985. – 256 с.

SUMMARY

The role of physical experiment in modern educational process is analyzed and conclusions on necessity of development of a technique of its application during teaching physics are drawn.

АБ НАБЛІЖЭННІ ДАДАТНЫМІ РАЦЫЯНАЛЬНЫМІ АПЕРАТАРАМІ Ў ІНТЭГРАЛЬНАЙ МЕТРЫЦЫ

Дадзены артыкул прысвечаны далейшаму вывучэнню хуткасці набліжэння дадатнымі рацыянальнымі апэратарамі, якія дзейнічаюць у прасторы $C(R)$ непарыўных на рэчаіснай восі функцый і былі ўведзены ў [1].

Будзем карыстацца рацыянальнымі апэратарамі, пабудаванымі на аснове алгебраічных дробаў С.Н. Бернштэйна. Увядзём абазначэнні:

$$\Phi_n(x) = \sum_{k=1}^n \arg(z_k - x), \quad x \in R, \quad z_k = \alpha_k + i\beta_k, \beta_k > 0,$$

гэта значыць пункты z_k належаць верхняй камплекснай паўплоскасці. Нагадаем, што косінус-дробам і сінус-дробам Бернштэйна адпаведна называюцца

$$\cos \Phi_n(x) = \frac{1}{2} [e^{i\Phi_n(x)} + e^{-i\Phi_n(x)}] =$$

$$= \frac{\prod_{k=1}^n (z_k - x) + \prod_{k=1}^n (\bar{z}_k - x)}{2 \prod_{k=1}^n |z_k - x|}$$

$$i \sin \Phi_n(x) = \frac{\prod_{k=1}^n (z_k - x) - \prod_{k=1}^n (\bar{z}_k - x)}{2i \prod_{k=1}^n |z_k - x|} \quad (1)$$

На падставе судачыненняў (1) і з улікам раўнання

$$(a - \bar{a})(b + \bar{b}) - (b - \bar{b})(a + \bar{a}) = 2a\bar{b} - 2\bar{a}b,$$

якое праўдзіцца для адвольных камплексных лікаў, атрымліваем тоеснасць:

$$\sin[\Phi_n(t) - \Phi_n(x)] = \sin \Phi_n(t) \cos \Phi_n(x) - \sin \Phi_n(x) \cos \Phi_n(t) =$$

$$= \frac{1}{2i} \frac{\prod_{k=1}^n (z_k - t)(\bar{z}_k - x) - \prod_{k=1}^n (\bar{z}_k - t)(z_k - x)}{\prod_{k=1}^n |z_k - x| \cdot |z_k - t|} \quad (2)$$

Рацыянальны апэратар Фейера F_{2n-2} вызначаецца раўнаннямі

$$F_{2n-2}(x, f) = \frac{1}{\pi \Phi_n'(x)} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) K(t, x) dt,$$

$$K(t, x) = \frac{\sin^2(\Phi_n(t) - \Phi_n(x))}{(t - x)^2}, \quad (3)$$

$$\text{дзе } \Phi_n'(x) = \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{(\alpha_k - x)^2 + \beta_k^2}.$$

Лема 1. Праўдзіцца няроўнасць

$$\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \leq (1 + x^2) \Phi_n'(x) \leq \sum_{k=1}^n \frac{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1}{\beta_k}.$$

Доказ. Правядзём для ацэнкі знізу (для ацэнкі зверху доказ аналагічны). Зафіксуем адвольны лік k і разгледзім няроўнасць

$$\frac{(1 + x^2)\beta_k}{(\alpha_k - x)^2 + \beta_k^2} \geq \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1}. \quad (4)$$

Падзелім яе на β_k і прывядзём да эквівалентнай няроўнасці

$$(1 + x^2)(\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1) \geq \alpha_k^2 + \beta_k^2 + x^2 - 2\alpha_k x,$$

правільнасць якой непасрэдна правяраецца. Падсумоўваючы ўсе няроўнасці (4), мы атрымаем ніжнюю ацэнку з лемы 1.

Няхай $f(x) \in C(R)$, гэта значыць што $f(x)$ непарыўна на рэчаіснай восі і існуе канечны $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$.

Усялякую такую функцыю магчыма прадставіць у выглядзе $f(x) = f(tg(t/2)) = \varphi(t)$, дзе $\varphi(t)$ – непарыўная 2т-перыядычная функцыя.

Адпаведна будзем мець на ўвазе і наступную ўмову Гельдэра

$$|\varphi(t_1) - \varphi(t_2)| \leq M |t_1 - t_2|^\alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1, \quad \forall t_1, t_2 \in R \quad (5)$$

Тэарэма 1. Калі $f(x) \in C(R)$ і выконваецца ўмова (5), то пры $0 < \alpha < 1$ праўдзіцца ацэнка

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - F_{2n-2}(x, f)| \frac{dx}{1 + x^2} \leq M \pi^\alpha \left(1 + \frac{1}{1 - \alpha}\right) \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\Phi_n'(x)}\right)^\alpha \frac{dx}{(1 + x^2)^{1+\alpha}}. \quad (6)$$

Доказ. Зменім выяву дадатнага апэратара (3). З гэтай мэтай падставім $x = tg(u/2)$, $t = tg(v/2)$ і атрымаем

$$\Phi_n(t) - \Phi_n(x) = \int_x^t \Phi_n'(r) dr = \int_{tg \frac{u}{2}}^{tg \frac{v}{2}} \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{(\alpha_k - r)^2 + \beta_k^2} dr =$$

$$= \frac{1}{2} \int_u^v \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{(\alpha_k - tg \frac{\theta}{2})^2 + \beta_k^2} \frac{d\theta}{\cos^2 \frac{\theta}{2}} \equiv \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta. \quad (7)$$

З улікам (7) пасля замены пераменнай у першым з раўнанняў (3) маем

$$F_{2n-2}(x, f) = \frac{1}{2\pi\Phi'_n(x)} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(v) \frac{\sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\left(tg \frac{v}{2} - tg \frac{u}{2}\right)^2 \cos^2 \frac{v}{2}} dv =$$

$$= \frac{1}{2\pi\Phi'_n(x)} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(v) \frac{\sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^2 \frac{v-u}{2}} \cos^2 \frac{u}{2} dv =$$

$$(8)$$

$$= \frac{1}{2\pi(1+x^2)\Phi'_n(x)} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(v) \frac{\sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^2 \frac{v-u}{2}} dv.$$

З формулы (7) вынікае, што

$$\gamma_n(\theta) \equiv \frac{1}{2\cos^2 \frac{\theta}{2}} \Phi'_n \left(tg \frac{\theta}{2} \right). \text{ Таму магчыма пера-}$$

пісаць (8) у эквівалентным выглядзе

$$F_{2n-2} \left(tg \frac{u}{2}, f \right) = \frac{1}{4\pi\gamma_n(u)} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(v) \frac{\sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^2 \frac{v-u}{2}} dv. \quad (8')$$

Паколькі апэратар $F_{2n-2}(x, f)$ дакладны для канстанты, то будзем мець з улікам перыядычнасці падынтэгральнай функцыі ў (8) [$f(x) = f(tg(u/2)) = \varphi(u)$ ад v не залежыць]

$$f(x) - F_{2n-2}(x, f) = \frac{1}{4\pi\gamma_n(u)} \int_{|u-v| \leq \pi} (\varphi(u) - \varphi(v)) \frac{\sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^2 \frac{v-u}{2}} dv. \quad (9)$$

Няхай u фіксавана, $E_u = \{v : |u-v| \leq \pi/[2\gamma_n(u)]\}$, CE_u – дапаўненне E_u да мноства $|u-v| \leq \pi$. Лічым тут, без страты агульнасці, што $\gamma_n(u) \geq 1/2$. На падставе раўнання (9) і ўмовы (5) атрымаем

$$|f(x) - F_{2n-2}(x, f)| \leq \frac{M}{4\pi\gamma_n(u)} \int_{E_u} \frac{|u-v|^\alpha \sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^2 \frac{v-u}{2}} dv +$$

$$+ \frac{M}{4\pi\gamma_n(u)} \int_{CE_u} \frac{|u-v|^\alpha \sin^2 \int_u^v \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^2 \frac{v-u}{2}} dv \leq M \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right)^\alpha +$$

$$+ \frac{M}{4\pi\gamma_n(u)} \int_{CE_u} \frac{\pi^2}{|v-u|^{2-\alpha}} dv \leq$$

$$\leq M \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right)^\alpha + M \frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \int_{\pi/2\gamma_n(u)}^{\infty} \frac{dv}{v^{2-\alpha}} = M \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right)^\alpha +$$

$$+ M \frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \frac{1}{1-\alpha} \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right)^{\alpha-1} = \left(\frac{\pi}{(1+x^2)\Phi'_n(x)} \right)^\alpha \frac{2-\alpha}{1-\alpha} M. \quad (10)$$

Памножым няроўнасць (10) на $\frac{dx}{1+x^2}$, праінтэгруем па мностве R і атрымаем патрэбную няроўнасць (6). Доказ тэарэмы 1 закончаны.

Вынік 1. Калі $f(x)$ задавальняе ўмовам тэарэмы 1, то праўдзіца няроўнасць

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |f(x) - F_{2n-2}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq$$

$$\leq \pi^{\alpha+1} \left[\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \right]^{-\alpha} \left(1 + \frac{1}{1-\alpha} \right) M. \quad (11)$$

Доказ. На падставе няроўнасці (6) і лемы 1 будзем мець

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |f(x) - F_{2n-2}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq$$

$$\leq M\pi^\alpha \left(1 + \frac{1}{1-\alpha} \right) \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \right)^{-\alpha} \frac{dx}{1+x^2} =$$

$$= M\pi^{\alpha+1} \left(1 + \frac{1}{1-\alpha} \right) \left(\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \right)^{-\alpha},$$

што і патрэбна было атрымаць.

Вынік 2. Калі $f(x)$ задавальняе ўмовам тэарэмы 1 і $\frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \geq d > 0$, $k = \overline{1, n}$, то праўдзіца няроўнасць

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |f(x) - F_{2n-2}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq$$

$$\leq \frac{2-\alpha}{1-\alpha} M\pi^{\alpha+1} \left(\frac{1}{nd} \right)^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (12)$$

Доказ адразу вынікае з няроўнасцей (11) і $\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \geq nd$.

Заўвага 1. Абмежаванне на z_k у выніку 2 азначае, што ўсе пункты $z_k = \alpha_k + i\beta_k$ размешчаны ў крузе $x^2 + \left(y - \frac{1}{2d^2}\right)^2 \leq \frac{1}{4d^2} - 1$.

Заўвага 2. Разгледзім два прыватных выпадкі тэарэмы 1, калі

1. $z_k = i$, $k = \overline{1, n}$. У такім разе $\Phi'_n(x) = \frac{n}{1+x^2}$ і няроўнасць (6) мае выгляд

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - F_{2n-2}(x, f)| dx \leq \frac{2-\alpha}{1-\alpha} M\pi^{\alpha+1} \left(\frac{1}{n} \right)^\alpha.$$

2. $z_k = \alpha_0 + i\beta_0$, $k = \overline{1, n}$. У такім разе з улікам (12)

$$\int_{-\infty}^{+\infty} |f(x) - F_{2n-2}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq \frac{2-\alpha}{1-\alpha} M \pi^{\alpha+1} \left(\frac{\alpha_0^2 + \beta_0^2 + 1}{\beta_0} \right)^\alpha \left(\frac{1}{n} \right)^\alpha$$

Раціональним аператарам типу Джэксана называюць дадатны аператар, які вызначаецца формуламі

$$D_{4n-4}(x, f) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} f(t)G(t, x)dt}{\int_{-\infty}^{\infty} G(t, x)dt}, \quad (13)$$

$$G(t, x) = \frac{(1+t^2)}{(t-x)^4} \sin^4[\Phi'_n(t) - \Phi_n(x)]. \quad (14)$$

Такім чынам, на падставе тоеснасці (2) можна зрабіць выснову: значэнне аператара $D_{4n-4}(x, f)$ будзе рацыянальнай функцыяй парадку $4n-4$. Адзначым таксама, што непасрэдна з формулы (13) вынікае дакладнасць аператара D_{4n-4} на канстантах.

Лема 2. Для любых $\{z_k = \alpha_k + i\beta_k\}_{k=1}^n$, $\text{Im } z_k > 0$, выконваецца раўнанне

$$\int_{-\infty}^{\infty} G(t, x)dt = \frac{2\pi}{3}(1+x^2)[\Phi'_n(x)]^3 - \frac{2\pi}{3}(1+x^2) \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k^3}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^3} + \frac{\pi}{2} \sum_{k=1}^n \frac{1+\alpha_k^2 + \beta_k^2}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^2}. \quad (15)$$

Доказ. З улікам (2) ядро $G(t, x)$ магчыма запісаць у выглядзе

$$G(t, x) = \frac{1+t^2}{(t-x)^4} [K_1(t, x) + K_2(t, x) + K_3(t, x)],$$

дзе складнікі $K_j(t, x)$, $j=1, 2, 3$ маюць выраз

$$K_1(t, x) = \frac{1}{16} \prod_{k=1}^n \left(\frac{z_k - t}{\bar{z}_k - t} \right)^2 \left(\frac{\bar{z}_k - x}{z_k - x} \right)^2,$$

$$K_2(t, x) = -\frac{1}{4} \prod_{k=1}^n \frac{z_k - t}{\bar{z}_k - t} \cdot \frac{\bar{z}_k - x}{z_k - x},$$

$$K_3(t, x) = \frac{1}{16} \left\{ 6 - 4 \prod_{k=1}^n \frac{\bar{z}_k - t}{z_k - t} \frac{z_k - x}{\bar{z}_k - x} + \prod_{k=1}^n \left(\frac{\bar{z}_k - t}{z_k - t} \right)^2 \left(\frac{z_k - x}{\bar{z}_k - x} \right)^2 \right\}.$$

Для вылічэння інтэграла $g_n(x) = \int_{-\infty}^{\infty} G(t, x)dt$ выкарыстаем магчымасць выхаду параметра x у верхнюю паўплоскасць. Іншымі словамі, нам дастаткова вылічыць інтэграл $g_n(z) = \int_{-\infty}^{\infty} G(t, z)dt$,

а затым скарыстаць роўнасць $g_n(x) = \lim_{z \rightarrow x+0i} g_n(z)$.

Паколькі $K_3(t, z)/(t-z)^4$ як функцыя зменнай t не мае асаблівых пунктаў у ніжняй

паўплоскасці і адпаведны інтэграл роўны нулю, то па тэарэме аб рэштах атрымаем

$$g_n(z) = 2\pi i \left\{ \begin{aligned} & \text{Res}_{t=z} \left[\frac{1+t^2}{(t-z)^4} K_1(t, z) \right] + \\ & + \text{Res}_{t=z} \left[\frac{1+t^2}{(t-z)^4} K_2(t, z) \right] \end{aligned} \right\} = 2i\pi \left\{ \begin{aligned} & \frac{1}{16w^2(z)} \frac{1}{3!} \frac{d^3}{dt^3} (1+t^2)w^2(t) - \\ & - \frac{1}{4w(z)} \frac{1}{3!} \frac{d^3}{dt^3} (1+t^2)w(t) \end{aligned} \right\}_{t=z}, \quad (16)$$

дзе $w(t) = \prod_{k=1}^n \frac{z_k - t}{\bar{z}_k - t}$. Далей атрымліваем з дапамогай формулы Лейбніца

$$\frac{d^3}{dt^3} (1+t^2)w^2(t) \Big|_{t=z} = \left[\begin{aligned} & (1+t^2) \frac{d^3}{dt^3} w^2(t) + \\ & + 6t \frac{d^2}{dt^2} w^2(t) + 6 \frac{d}{dt} w^2(t) \end{aligned} \right]_{t=z} = (1+z^2)w^2(z)[8l^3(z) + 12l(z)l'(z) + 2l''(z)] + 6zw^2(z)[4l^2(z) + 2l'(z)] + 6w^2(z)2l(z). \quad (17)$$

Аналагічным чынам знаходзім, што $\frac{d^3}{dt^3} (1+t^2)w^2(t) \Big|_{t=z} = (1+z^2)w(z)[l^3(z) + 3l(z)l'(z) + l''(z) + 6zw(z)[l^2(z) + l'(z)] + 6w(z)l(z)]$.

дзе $l(z) = \sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{z-z_k} - \frac{1}{z-\bar{z}_k} \right)$. (19)

Падстаўляем (17) і (18) у (16) і будзем мець $g_n(z) = \pi i \left[\frac{1+z^2}{12} l^3(z) - \frac{1+z^2}{24} l''(z) - \frac{z}{4} l'(z) - \frac{1}{4} l(z) \right]$.

Пасля пераходу да ліміту з улікам (19) атрымаем

$$g_n(x) = i\pi \left\{ \frac{1+x^2}{12} \left[\sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{x-z_k} - \frac{1}{x-\bar{z}_k} \right) \right]^3 - \frac{1+x^2}{12} \sum_{k=1}^n \left[\frac{1}{(x-z_k)^3} - \frac{1}{(x-\bar{z}_k)^3} \right] - \frac{x}{4} \sum_{k=1}^n \left[\frac{-1}{(x-z_k)^2} + \frac{1}{(x-\bar{z}_k)^2} \right] - \frac{1}{4} \sum_{k=1}^n \left[\frac{1}{x-z_k} - \frac{1}{x-\bar{z}_k} \right] \right\} = 2\pi \frac{1+x^2}{3} \left[\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2} \right]^3 + \frac{1+x^2}{6} \sum_{k=1}^n \frac{3\beta_k(x-\alpha_k)^2 - \beta_k}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^3} - \pi x \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k(x-\alpha_k)}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^3} =$$

$$= \frac{2\pi}{3}(1+x^2)[\Phi'_n(x)]^3 - \frac{2\pi}{3}(1+x^2)\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k^3}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^3} + \frac{\pi}{2}\sum_{k=1}^n \frac{1+\alpha_k^2 + \beta_k^2}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^2}.$$

Такім чынам, раўнанне (15) даказана.

Тэарэма 2. Калі $f(x) \in C(R)$, то мае месца ацэнка

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - D_{4n-4}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq 3 \int_{-\infty}^{\infty} \omega \left(\frac{\pi}{(1+x^2)\Phi'_n(x)} \right) \frac{dx}{1+x^2}, \quad (20)$$

дзе $\omega(\delta)$ – модуль непарыўнасці функцыі

$$\varphi(t) = f\left(\operatorname{tg} \frac{t}{2}\right).$$

Доказ. Спачатку заўважым, што на падставе лем 1 і 2 будзем мець

$$g_n(x) = \frac{2\pi}{3}(1+x^2)[\Phi'_n(x)]^3 - \frac{\pi}{6}(1+x^2)\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k^3}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^3} + \frac{\pi}{2} \left[\sum_{k=1}^n \frac{1+\alpha_k^2 + \beta_k^2}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^2} - \sum_{k=1}^n \frac{(1+x^2)\beta_k^3}{[(x-\alpha_k)^2 + \beta_k^2]^3} \right] \geq \frac{\pi}{2}(1+x^2)(\Phi'_n(x))^3. \quad (21)$$

Зараз атрымаем іншы выраз для рацыянальнага аператара Джэксана. Возьмем у (13–14) $x = \operatorname{tg}(u/2)$, $t = \operatorname{tg}(v/2)$. Улічыўшы (7), знойдзем

$$D_{4n-4}(x, f) = \frac{1}{g_n(x)} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(v) \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\left(\operatorname{tg} \frac{v}{2} - \operatorname{tg} \frac{u}{2}\right)^4} \frac{dv}{2 \cos^4 \frac{v}{2}} = \frac{1}{2(1+x^2)^2 g_n(x)} \int_{-\pi}^{\pi} \varphi(v) \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} dv. \quad (22)$$

З формулы (7) вынікае, што

$$\gamma_n(\theta) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\left(\alpha_k - \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}\right)^2 + \beta_k^2} \frac{1}{\cos^2 \frac{\theta}{2}} = \frac{1+x^2}{2} \Phi'_n(x),$$

і з улікам (21) будзем мець

$$2(1+x^2)^2 g_n(x) > \pi[(1+x^2)\Phi'_n(x)]^3 = 8\pi\gamma_n^3(u). \quad (23)$$

Няхай $x = \operatorname{tg}(u/2)$ фіксавана, мноствы E_u і CE_u маюць той жа сэнс, як і пры доказе тэарэмы 1. Выкарыстаўшы выяву (22), дакладнасць аператараў для канстанты, уласцівасці модуля непарыўнасці і няроўнасць (23), атрымаем

$$\begin{aligned} |f(x) - D_{4n-4}(x, f)| &\leq \frac{1}{2(1+x^2)^2 g_n(x)} \int_{E_u} |\varphi(u) - \varphi(v)| \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} dv + \\ &+ \frac{1}{2(1+x^2)^2 g_n(x)} \int_{CE_u} |\varphi(u) - \varphi(v)| \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} dv \leq \\ &\leq \omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right) \frac{1}{2(1+x^2)^2 g_n(x)} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} dv + \\ &+ \frac{1}{2(1+x^2)^2 g_n(x)} \int_{CE_u} \omega(|v-u|) \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} dv = \\ &= \omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right) + I_1. \end{aligned} \quad (24)$$

Каб ацаніць інтэграл I_1 , скарыстаем вядомую няроўнасць ([2], с. 108) для модуля непарыўнасці $\omega(\lambda\delta) \leq (\lambda+1)\omega(\delta)$ пры адвольным дадатным λ , менавіта

$$\omega(|v-u|) \leq \left[\frac{2}{\pi} |v-u| \gamma_n(u) + 1 \right] \omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right),$$

таму будзем мець

$$\begin{aligned} I_1 &\leq \omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right) \left\{ \frac{1}{8\pi\gamma_n^3(u)} \int_{CE_u} \frac{2}{\pi} |v-u| \gamma_n(u) \frac{dv}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} + \right. \\ &+ \left. \frac{1}{2(1+x^2)^2 g_n(x)} \int_{CE_u} \frac{\sin^4 \int \gamma_n(\theta) d\theta}{\sin^4 \frac{v-u}{2}} dv \right\} \leq \\ &\leq \omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right) \left\{ \frac{1}{4\pi^2\gamma_n^2(u)} \int_{CE_u} \frac{|v-u| \gamma_n(u) \pi^4 dv}{|v-u|^4} dv + 1 \right\} \leq \\ &\leq \omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right) \left\{ 1 + \frac{\pi^2}{2\gamma_n^2(u)} \int_{\pi/2\gamma_n(u)}^{\infty} \frac{d\sigma}{\sigma^3} \right\} = 2\omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right). \quad (25) \end{aligned}$$

З (24) і (25) вынікае няроўнасць

$$|f(x) - D_{4n-4}(x, f)| \leq 3\omega \left(\frac{\pi}{2\gamma_n(u)} \right) = 3\omega \left(\frac{\pi}{(1+x^2)\Phi'_n(x)} \right),$$

пасля інтэгравання якой з мерай $\frac{dx}{1+x^2}$ атрымліваецца няроўнасць (20) і доказ тэарэмы 2 цалкам закончаны.

Вынік 3. Калі $f(x) \in C(R)$ і выконваецца ўмова (5), $0 < \alpha \leq 1$, то

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - D_{4n-4}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq 3M\pi^{\alpha+1} \left(\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \right)^{-\alpha}. \quad (26)$$

Доказ. З дапамогай тэарэмы ([2], с. 110) аб тым, што $f(x) \in Lip_M \alpha \Leftrightarrow \alpha(\delta) \leq M\delta^\alpha$, няроўнасці (20) і лемы 1 знаходзім

$$\begin{aligned} & \int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - D_{4n-4}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq \\ & \leq 3M \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{\pi}{(1+x^2)\Phi'_n(x)} \right)^\alpha \frac{dx}{1+x^2} \leq \\ & \leq 3M\pi^\alpha \int_{-\infty}^{\infty} \left(\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \right)^{-\alpha} \frac{dx}{1+x^2} = \\ & = 3M\pi^{\alpha+1} \left(\sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \right)^{-\alpha}. \end{aligned}$$

Вынік 4. Калі $f(x)$ задавальняе ўмовам выніку 3 і для ўсіх k , $k = \overline{1, n}$, $\frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \geq d > 0$,

то праўдзіцца няроўнасць

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - D_{4n-4}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq 3M\pi^{\alpha+1} \left(\frac{1}{nd} \right)^\alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1$$

Доказ вынікае з няроўнасцей (26)

$$i \sum_{k=1}^n \frac{\beta_k}{\alpha_k^2 + \beta_k^2 + 1} \geq nd.$$

Заўвага 3. Найбольш просты выгляд няроўнасці (20) і (26) маюць у прыватным выпадку, калі $\alpha_k = 0$, $\beta_k = 1$, $k = \overline{1, n}$, менавіта

$$\int_{-\infty}^{\infty} |f(x) - D_{4n-4}(x, f)| \frac{dx}{1+x^2} \leq 3\omega \left(\frac{\pi}{n} \right) \cdot \pi = 3\pi\omega \left(\frac{\pi}{n} \right). \quad (20')$$

Заўважым, што іншыя аспекты набліжэння інтэгральнымі і суматорнымі рацыянальнымі апэратарамі можна знайсці ў манаграфіях [3–4].

ЛІТАРАТУРА

1. Русак, В.Н. О порядке приближения положительными рациональными операторами / В.Н. Русак // Изв. АН БССР. Серия физ.-мат. наук. – 1975. – Т. 3. – С. 39–46
2. Натансон, И.П. Конструктивная теория функций / И.П. Натансон. – М.; Л: Изд-во тех.-теорет. лит. – 1949. – С. 688.
3. Русак, В.Н. Рациональные функции как аппарат приближения / В.Н. Русак. – Минск: Изд-во БГУ, 1979. – С. 176.
4. Ровба, Е.А. Интерполяция и ряды Фурье в рациональной аппроксимации / Е.А. Ровба. – Гродно: Изд-во ГрГУ. – 2001. – С. 104.

SUMMARY

Order estimates for deviations of special rational operators in integral metric for classes of continuous Golder's functions on real axis are obtained.

УДК 517.968

М.Т. Стэльмашук, У.А. Шылінец, А.У. Кавалевіч

ДАСЛЕДАВАННЕ ЗАДАЧЫ КАШЫ ДЛЯ СІСТЭМЫ ДЫФЕРЭНЦЫЯЛЬНЫХ РАЎНАННЯЎ У ЧАСТКОВЫХ ВЫТВОРНЫХ ДРУГОГА ПАРАДКУ

Уводзіны. У шэрагу прац [1–11] пры даследаванні сістэм дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных выкарыстоўваліся гіперкамплексныя функцыі, манагенныя ў сэнсе У.С. Фёдарова (F -манагенныя) [12]. У дадзенай працы пры дапамозе двайных F -манагенных функцый [13] даследуецца задача Кашы для адной сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку.

Няхай $p = p(x, y)$, $q = q(x, y)$ – адназначныя функцыі класа $C^1(D)$ у некаторым адназвязным абсягу D плоскасці x, y . Праз $C^k(D)$ абазначым клас функцый ад незалежных зменных x, y , якія маюць у абсягу D непарыўныя частковыя вытворныя да парадку k уключна. Лічым гэтыя функцыі рэчаіснымі або камплекснымі, або гіпер-

камплекснымі. У апошнім выпадку мяркуем, што значэнні гэтых функцый у абсягу D з'яўляюцца элементамі якой-небудзь асацыятыўнай і камутатыўнай алгебры з адзінкай над полем камплексных лікаў.

Няхай у абсягу D існуе δ^{-1} , дзе $\delta = \frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial q}{\partial y} - \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial q}{\partial x}$.

Пры гэтых умовах фармальнымі вытворнымі $\frac{\partial f}{\partial p}$

і $\frac{\partial f}{\partial q}$ якой-небудзь функцыі $\Phi = \Phi(x, y) \in C^1(D)$ называюцца такія функцыі ад x і y , якія ў абсягу D вызначаюцца наступным чынам [14]

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial p} &= \delta^{-1} \left(\frac{\partial q}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial q}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} \right) \Phi, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial q} &= \delta^{-1} \left(\frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} - \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right) \Phi. \end{aligned} \quad (1)$$

Няхай $\Phi = \Phi(x, y) \in C^2(D)$. Тады можна вызначыць фармальныя вытворныя другога парадку $\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p^2}, \frac{\partial^2 \Phi}{\partial q^2}, \frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial q}, \frac{\partial^2 \Phi}{\partial q \partial p}$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial p^2} &= \delta^{-1} \left(\frac{\partial q}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial q}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} \right) \frac{\partial \Phi}{\partial p}, \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial q^2} &= \delta^{-1} \left(\frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} - \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{\partial \Phi}{\partial q}, \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial q} &= \delta^{-1} \left(\frac{\partial p}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} - \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} \right) \frac{\partial \Phi}{\partial p}, \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial q \partial p} &= \delta^{-1} \left(\frac{\partial q}{\partial y} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial q}{\partial x} \frac{\partial}{\partial y} \right) \frac{\partial \Phi}{\partial q}. \end{aligned} \quad (2)$$

Прадметам даследавання з'яўляецца наступная сістэма дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + 2i \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + a \frac{\partial f}{\partial x} + ib \frac{\partial f}{\partial y} + b \frac{\partial \varphi}{\partial x} + ia \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= 0, \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + 2i \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + b \frac{\partial f}{\partial x} + ia \frac{\partial f}{\partial y} + a \frac{\partial \varphi}{\partial x} + ib \frac{\partial \varphi}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

дзе a, b – некаторыя камплексныя канстанты, f, φ – шуканыя камплексныя функцыі ад x, y класа $C^2(D)$.

Асноўная частка. Разгледзім задачу Кашы для сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў (3).

Задача. Знайсці ў адназвязным абсягу D рашэнне сістэмы (3), якое задавальняе ўмовам

$$f(x, 0) = f_0(x), \quad \varphi(x, 0) = \varphi_0(x), \quad (4)$$

дзе $f_0(x), \varphi_0(x)$ – вядомыя аналітычныя ад x у $D_0 = \{x | (x, 0) \in D\}$ функцыі.

Разгледзім спачатку задачу знаходжання агульнага рашэння сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў (3).

Няхай $\Phi = f + e\varphi$, $p = x + eiy$, $q = x - eiy$, $e^2 = 1, i^2 = -1$. Тады з азначэнняў фармальных вытворных (1) і (2) вынікае наступная тэарэма.

Тэарэма 1. Сістэма дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (3) эквівалентная раўнанню

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial q^2} + c \frac{\partial \Phi}{\partial q} = 0, \quad (5)$$

дзе $c = \frac{a + be}{2}$.

Разгледзім раўнанне ў фармальных вытворных (5). Запішам яго ў выглядзе

$$\frac{\partial}{\partial q} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial q} + c\Phi \right) = 0,$$

адкуль вынікае, што

$$\frac{\partial \Phi}{\partial q} + c\Phi = V,$$

дзе V – адвольная функцыя, манагенная ў сэнсе У.С. Фёдарова па функцыі $p = x + eiy$ у абсягу D .

Таму, калі меркаваць, што $V = cV_1$ (V_1 – функцыя, F -манагенная па p), то атрымаем

$$\frac{\partial}{\partial q} (\Phi - V_1) = -c(\Phi - V_1).$$

Рашэнне апошняга раўнання знаходзім падстаноўкай выгляду

$$\Phi - V_1 = V_2 \exp(-cq)$$

і атрымаем

$$\frac{\partial V_2}{\partial q} = 0,$$

дзе V_2 – адвольная функцыя, F -манагенная па функцыі $p = x + eiy$ у абсягу D .

Такім чынам, агульнае рашэнне раўнання (5) мае наступны выгляд:

$$\Phi = V_1 + V_2 \exp(-cq),$$

дзе V_1, V_2 – адвольныя функцыі, F -манагенныя па функцыі $p = x + eiy$ ($e^2 = 1, i^2 = -1$) у абсягу D .

Вядома [13], што двойная функцыя $h = h_1(x, y) + eh_2(x, y)$, F -манагенная па функцыі $p = x + eiy$, мае выгляд:

$$h(x, y) = \frac{u[z] + v[\bar{z}]}{2} + e \frac{u[z] - v[\bar{z}]}{2},$$

дзе $u[z]$ ($v[\bar{z}]$) – камплексная функцыя, аналітычная ад $z = x + iy$ ($\bar{z} = x - iy$) у абсягу D .

Мяркуючы

$$\varepsilon_1 = \frac{1+e}{2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{1-e}{2},$$

атрымаем

$$-cq = \frac{(b+a)(iy-x)}{2} \varepsilon_1 + \frac{(b-a)(iy+x)}{2} \varepsilon_2,$$

пры гэтым лёгка праверыць, што

$$\varepsilon_1^2 = \varepsilon_1, \quad \varepsilon_2^2 = \varepsilon_2, \quad \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_1 = 0. \quad (7)$$

Тады, на падставе (7), маем:

$$\begin{aligned} \exp\left(\frac{(b+a)(iy-x)}{2} \varepsilon_1\right) &= 1 + \frac{(b+a)(iy-x)}{2} \varepsilon_1 + \\ &+ \frac{((b+a)(iy-x))^2}{2^2 \cdot 2!} \varepsilon_1 + \dots, \\ \exp\left(\frac{(b-a)(iy+x)}{2} \varepsilon_2\right) &= 1 + \frac{(b-a)(iy+x)}{2} \varepsilon_2 + \\ &+ \frac{((b-a)(iy+x))^2}{2^2 \cdot 2!} \varepsilon_2 + \dots, \\ \exp(-cq) &= \exp\left(\frac{(b+a)(iy-x)}{2} \varepsilon_1 + \frac{(b-a)(iy+x)}{2} \varepsilon_2\right) = \\ &= 1 + \frac{(b+a)(iy-x)}{2} \varepsilon_1 + \frac{(b-a)(iy+x)}{2} \varepsilon_2 = \\ &= 1 + \frac{biy - ax}{2} + e \frac{aiy - bx}{2}. \end{aligned}$$

Цяпер агульнае рашэнне (6) раўнання (5) мож на запісаць у наступным выглядзе:

$$\Phi = \frac{u_1[z] + v_1[\bar{z}]}{2} + e \frac{u_1[z] - v_1[\bar{z}]}{2} + \left(\frac{u_2[z] + v_2[\bar{z}]}{2} + e \frac{u_2[z] - v_2[\bar{z}]}{2} \right) \times \left(1 + \frac{biy - ax}{2} \right) + e \left(\frac{aiy - bx}{2} \right), \quad (8)$$

дзе $u_1[z]$, $u_2[z]$ ($v_1[\bar{z}]$, $v_2[\bar{z}]$) – адвольныя аналітычныя ад $z = x + iy$ ($\bar{z} = x - iy$) у абсягу D функцыі.

З роўнасці (8) знаходзім агульнае рашэнне сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (3).

Тэарэма 2. Сістэма дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (3) мае ў абсягу D наступнае рашэнне:

$$f = \frac{u_1[z] + v_1[\bar{z}]}{2} + \frac{u_2[z] + v_2[\bar{z}]}{2} \left(1 + \frac{biy - ax}{2} \right) + \frac{u_2[z] - v_2[\bar{z}]}{2} \cdot \frac{aiy - bx}{2},$$

$$\varphi = \frac{u_1[z] - v_1[\bar{z}]}{2} + \frac{u_2[z] + v_2[\bar{z}]}{2} \cdot \frac{aiy - bx}{2} + \frac{u_2[z] - v_2[\bar{z}]}{2} \left(1 + \frac{biy - ax}{2} \right),$$

дзе $u_1[z]$, $u_2[z]$ ($v_1[\bar{z}]$, $v_2[\bar{z}]$) – адвольныя аналітычныя ад $z = x + iy$ ($\bar{z} = x - iy$) у абсягу D функцыі.

Заключэнне. Пяройдзем зараз да даследавання сфармуляванай вышэй задачы Кашы.

Паколькі $u_1[z]$, $u_2[z]$ ($v_1[\bar{z}]$, $v_2[\bar{z}]$) – адвольныя функцыі, аналітычныя ад $z = x + iy$ ($\bar{z} = x - iy$) у абсягу D , то будзем лічыць, што $u_1[z] = u_2[z]$, $v_1[\bar{z}] = v_2[\bar{z}]$.

Тады рашэнне сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных (3) прыме наступны выгляд:

$$f = \frac{u_1[z] + v_1[\bar{z}]}{2} + \frac{u_1[z] + v_1[\bar{z}]}{2} \left(1 + \frac{biy - ax}{2} \right) + \frac{u_1[z] - v_1[\bar{z}]}{2} \cdot \frac{aiy - bx}{2}, \quad (9)$$

$$\varphi = \frac{u_1[z] - v_1[\bar{z}]}{2} + \frac{u_1[z] + v_1[\bar{z}]}{2} \left(1 + \frac{biy - ax}{2} \right) + \frac{u_1[z] + v_1[\bar{z}]}{2} \cdot \frac{aiy - bx}{2}. \quad (10)$$

Няхай $y = 0$. Тады з роўнасцей (9) і (10), згодна з умовамі (4), атрымаем

$$u_1[x](4 - (a + b)x) = 2f_0 + 2\varphi_0, \quad (11)$$

$$v_1[x](4 - (a - b)x) = 2f_0 - 2\varphi_0. \quad (12)$$

Заўважым, што ў правых частках роўнасцей (11) і (12) маем аналітычныя ад x у $D_0 = \{x | (x, 0) \in D\}$ функцыі.

Знайшоўшы тэйлараўскія каэфіцыенты правых частак апошніх роўнасцей, мы тым самым знойдзем і тэйлараўскія каэфіцыенты левых частак роўнасцей (11) і (12).

ЛІТАРАТУРА

1. Стэльмашук, Н.Т. О некоторых линейных дифференциальных системах в частных производных / Н.Т. Стэльмашук // Сибирский математический журнал. – 1964. – №1. – Т. 5. – С. 166–173.
2. Стэльмашук, Н.Т. Метод формальных производных для решения задачи Коши для одной системы дифференциальных уравнений в частных производных / Н.Т. Стэльмашук, В.А. Шилинец // Дифференциальные уравнения. – 1993. – №11. – Т. 29 – С. 2019–2020.
3. Стэльмашук, Н.Т. Решение задачи Коши для одной системы дифференциальных уравнений методом F-моногоенных функций / Н.Т. Стэльмашук, В.А. Шилинец // Весті АН Беларусі. Серыя фіз.-мат. навук. – 1993. – №3. – С. 108–110.
4. Стэльмашук, М.Т. Пабудова інтэгральнага выяўлення рашэнняў сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных першага парадку / М.Т. Стэльмашук, У.А. Шылінец // Весті БДПУ. Серыя 3. – 2004. – №2. – С. 15–16.
5. Стэльмашук, Н.Т. О краевой задаче для одной системы дифференциальных уравнений в частных производных / Н.Т. Стэльмашук, В.А. Шилинец // Математическое моделирование и краевые задачи: тр. Всероссийской науч. конф. – Самара, 2004. – Ч. 3. – С. 201–203.
6. Stelmashuk, N.T. The solution of the boundary value problem for a system of equations in formal derivatives by means of dual differential operators / N.T. Stelmashuk, V.A. Shylinets // Труды института математики НАН Беларусі. – 2004. – № 2. – Т. 12. – С. 170–171.
7. Стэльмашук, М.Т. Рэдуцыраванне адной сістэмы раўнанняў у частковых вытворных да кананічнага выгляду пры дапамозе двайных функцый / М.Т. Стэльмашук, У.А. Шылінец // Весті БДПУ. Серыя 3. – 2005. – № 1. – С. 21–23.
8. Стэльмашук, Н.Т. О построении общих решений некоторых систем дифференциальных уравнений в частных производных / Н.Т. Стэльмашук, В.А. Шилинец, Л.А. Ржеуцкая // Еругинские чтения-X: тез. док. Междунар. матем. конф. – Могилев, 2005. – С. 176–177.
9. Стэльмашук, Н.Т. Решение краевой задачи для одного вида кватэрніонных F-моногоенных функций / Н.Т. Стэльмашук, В.А. Шилинец, И.С. Баранова // Математическое моделирование и краевые задачи: тр. II Всероссийской науч. конф. – Самара, 2005. – Ч. 3. – С. 215–218.
10. Стэльмашук, М.Т. Выкарыстанне фармальных вытворных і бікамплексных функцый пры пераўтварэнні сістэмы лінейных дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных / М.Т. Стэльмашук, У.А. Шылінец, Г.В. Хадкевіч // Весті БДПУ. Серыя 3. – 2005. – № 4. – С. 25–27.
11. Стэльмашук, М.Т. Рашэнне задачы Кашы для сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку метадам F-манагенных двайных функцый / М.Т. Стэльмашук, У.А. Шылінец // Весті БДПУ. Серыя 3. – 2005. – №3. – С. 12–14.
12. Федоров, В.С. Основные свойства обобщенных моногоенных функций / В.С. Федоров // Известия вузов. Математика. – 1958. – № 6. – С. 257–265.

13. Стельмашук, Н.Т. О структуре F-моногенных двойных функций / Н.Т. Стельмашук, В.А. Шилинец // Весці АН БССР. Серыя фіз.-мат. навук. – 1988. – № 2. – С. 121.
14. Гусев, В.А. Об одном обобщении ареолярных производных / В.А. Гусев // Bul. stiint. al Institut. politehnic Timisoara. – 1962. – Т. 7, f. 2. – P. 223–238.

SUMMARY

Using the class of F-monogenic double functions solution of Cauchy problem for one system in partial derivatives is obtained.

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ

УДК 51 (07)

Е.С. Гацуро

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО РАЗВИТИЮ ИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ

Введение. В соответствии с Законом «Об образовании в Республике Беларусь» к 2008 учебному году в Беларуси должен осуществиться переход на профильное обучение в старших классах общеобразовательных школ.

В «Концепции профильного обучения в учреждениях, обеспечивающих получение общего среднего образования», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь, обозначены цели перехода к профильному обучению, среди которых ведущей является цель создания условий для профильной дифференциации на завершающем этапе общего среднего образования с широкими и гибкими возможностями построения старшеклассниками индивидуальных образовательных программ. С этой целью помимо профильных общеобразовательных предметов в общеобразовательных школах вводятся курсы по выбору, которые в отличие от факультативов выбираются самими учащимися и обязательны для посещения.

Анкетирование, проведенное среди учащихся старших классов общеобразовательных школ г. Минска (7 школ), показало, что 38% респондентов (из 340 опрошенных) считают математику важнейшим аспектом школьного образования (рисунок 1).

52% опрошенных учащихся посещают курсы по выбору, причем 28% из них посещают математические курсы по выбору и 24% – курсы по выбору по другим предметам. Итак, можно сделать вывод, что курсы по выбору, особенно математические, играют одну из ведущих ролей при формировании вариативного компонента профильного обучения.

Курсы по выбору – это новый способ актуализации и индивидуализации процесса обучения. Через хорошо разработанную систему курсов по выбору каждый ученик сможет получить образование с определенным желаемым уклоном в ту или иную область знаний. Они позволят школьникам развить интерес к изучаемому предмету и определить свои профессиональные пристрастия.

Курсы по выбору должны решить следующие задачи:

- удовлетворение образовательных потребностей школьников;
- создание условий для того, чтобы учащийся утвердился в сделанном им выборе направления дальнейшего обучения, связанного с определенным видом профессиональной деятельности, или отказался от него;
- помочь старшекласснику увидеть многообразие тех или иных видов будущей профессиональной деятельности;
- математическое развитие и воспитание школьников.



Рисунок 1 – Диаграмма анкетирования учащихся старших классов общеобразовательных школ г. Минска.

В данной статье рассматриваются основные принципы организации учебной деятельности и правила обучения, которыми необходимо, на наш взгляд, руководствоваться при организации курсов по выбору; предлагается разработанная автором модель развития математических способностей учащихся при изучении ими курсов по выбору.

Основная часть. Профильное обучение, в частности ее вариативная часть (профильные курсы по выбору), создает условия для эффективной организации обучения с учетом интересов и способностей обучающихся, т. е. реализации дифференцированного и индивидуализированного обучения.

При организации учебной деятельности, в том числе и при изучении учащимися курсов по выбору, на наш взгляд, следует придерживаться следующих принципов:

- принцип сознательности и активности;
- принцип систематичности и последовательности;
- принцип научности;
- принцип доступности;
- принцип связи теории с практикой.

Данная система принципов основывается на системе принципов, разработанной И.П. Подласым. Безусловно, это не полный перечень существующих в дидактике принципов обучения, но мы в нашем исследовании ограничиваемся вышеперечисленными, так как считаем, что они являются основополагающими и могут включать в себя все остальные.

Рассмотрим данные принципы более детально.

Принцип сознательности и активности.

В основе данного принципа лежат следующие установленные наукой положения [1, с. 446]:

- только глубоко и самостоятельно осмысленные знания, приобретаемые путем интенсивной собственной умственной деятельности, могут составлять сущность человеческого образования;
- сознательное усвоение знаний учащимися зависит от ряда условий и факторов: мотивов обучения, уровня и характера познавательной активности учащихся, организации учебного процесса и управления познавательной деятельностью учащихся, применяемых преподавателем методов и средств обучения;
- собственная познавательная активность является важным фактором обучаемости и оказывает решающее влияние на темп, глубину и прочность овладения учебным материалом.
- Для эффективной практической реализации рассматриваемого принципа необходимо соблюдать определенные правила обучения:

- учащиеся должны ясно понимать цели и задачи предстоящей работы, видеть ее важность, значение, перспективы, осознавать свои учебные действия;
- должна существовать логическая связь с уже известным материалом, в противном случае не будет логической связи между усвоенными и усваиваемыми знаниями;
- каждое правило должно сопровождаться оптимальным количеством примеров для иллюстрации его разнообразного применения;
- учащиеся должны уметь находить и различать главное и второстепенное в изучаемом материале;
- учащиеся должны мыслить причинно: понимание причинно-следственных связей – неременное условие развивающего обучения;
- необходима организация самостоятельной работы с дополнительным материалом;
- необходима связь данного теоретического материала с практикой.

Принцип систематичности и последовательности опирается на следующие научные положения [1, с. 451]:

- человек только тогда приобретает настоящее и действенное знание, когда внешний мир представляется ему как система взаимосвязанных понятий;
- организованное обучение – главный способ формирования системы научных знаний;
- система научных знаний должна создаваться в той последовательности, которая определяется внутренней логикой учебного материала и познавательными возможностями учащихся;
- процесс обучения протекает эффективнее и дает большие результаты тогда, когда в нем меньше перерывов, нарушений последовательности, управляемых моментов.

В практической деятельности принцип систематичности и последовательности обучения реализуется путем соблюдения многих правил обучения. Так, необходимо помнить, что учебный предмет – уменьшенная копия науки. В связи с этим у учащихся необходимо сформулировать представление о предмете как о частице науки, реальной действительности, использовать межпредметные связи. Повторение и совершенствование ранее усвоенного материала обеспечивает систематичность и последовательность в обучении. В конце раздела, курса необходимо обобщение и систематизация.

Принцип доступности вытекает из закономерностей возрастного развития учащихся, организации и осуществления дидактического процесса в соответствии с уровнем развития учащихся. В основе принципа доступности лежит закон тезауруса: доступным для человека явля-

ется лишь то, что соответствует объему накопленных человеком знаний, умений, способов мышления.

Отсюда следует, что доступность обучения определяется возрастными особенностями учащихся и зависит от их индивидуальных особенностей, от организации учебного процесса, применяемых методов обучения и связана с условиями протекания процесса обучения. Необходимо также отметить, что обучение на оптимальном уровне трудности положительно влияет на темп и эффективность обучения, качество знаний.

Известны классические правила, относящиеся к практической реализации принципа доступности, сформулированные еще Я.А. Коменским: от легкого к трудному, от известного к неизвестному, от простого к сложному. Теория и практика современного обучения расширяют перечень обязательных для реализации правил доступного обучения:

- при обучении необходимо опираться на уровень подготовленности и развития учащихся, изучать и учитывать жизненный опыт учащихся, их интересы, особенности развития;
- для доступности нужно использовать аналогию, сравнение, сопоставление, противопоставление, показывать учащимся, что даже самые сложные знания доступны для понимания;
- введение каждого нового понятия должно быть подготовлено предшествующим ходом обучения.

Принцип научности обучения, как известно, требует, чтобы учащимся на каждом шагу их обучения предлагались для усвоения подлинные, прочно установленные наукой знания и при этом использовались методы обучения, по своему характеру приближающиеся к методам изучаемой науки. В основе принципа научности лежит ряд положений:

- человеческие знания, проверенные практикой, дают объективно верную картину развития мира;
- наука в жизни человека играет все более важную роль, поэтому образование направлено на вооружение системой знаний об объективной действительности;
- научность обучения обеспечивается, прежде всего, содержанием образования и строгим соблюдением принципов его формирования.

Принцип связи теории с практикой опирается на многие психолого-педагогические положения, такие как:

- качество обучения проверяется, подтверждается и направляется практикой, которая является критерием истины, источником познавательной деятельности и областью приложения результатов обучения;

- успешность связи обучения с жизнью, теории с практикой зависит от содержания образования, организации учебного процесса, применяемых форм и методов обучения;
- чем больше приобретаемые учащимися знания в своих узловых моментах взаимодействуют с жизнью, применяются в практике, тем выше сознательность обучения и интерес к нему.

На сегодняшний день при организации учебной деятельности учащихся рассмотренные выше принципы не реализуются в полном объеме, что сказывается на эффективности процесса обучения. Разумеется, что все вышеперечисленные принципы должны реализовываться не только при изучении курсов по выбору, но и при организации любой учебной деятельности школьников.

Одной из ведущих задач, решаемой курсами по выбору, в частности математическими курсами по выбору, является развитие способностей обучаемых. В своем исследовании мы опирались на определение математических способностей, данное В.А. Крутецким. Под способностями к изучению математики он понимает индивидуально-психологические особенности, особенности умственной деятельности, обуславливающие при прочих равных условиях успешность творческого овладения предметом, в частности, относительно быстрое, легкое и глубокое овладение знаниями, умениями и навыками в области математики [2, с. 91]. В связи с этим автором была разработана модель развития математических способностей школьников (рисунок 2), включающая в себя следующие компоненты:

- 1) педагогические условия и принципы развития математических способностей;
- 2) целенаправленная совместная деятельность педагога и учащихся;
- 3) приоритетные методы развития математических способностей.

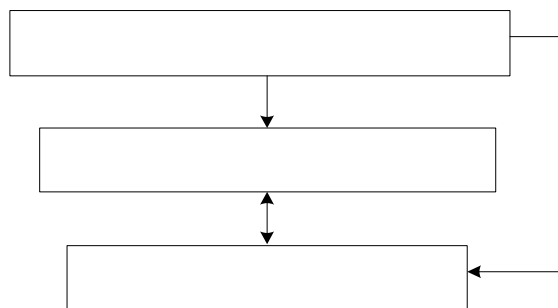


Рисунок 2 – Модель развития математических способностей школьников.

В данной модели под педагогическими условиями понимается ряд действий, направленных на развитие математических способностей учащихся (рисунок 3).

На рисунке 3 изображена связь между действиями преподавателя, направленными на развитие математических способностей учащихся. Изначально для развития способностей, на наш взгляд, необходимо осуществить диагностику психолого-педагогических особенностей учащихся, что должно установить уровень сформированности их умений в математической деятельности. Основываясь на результатах проведенной диагностики, разрабатывается содержание занятий, целью которых является развитие математических способностей школьников. Оно представляет собой систему определенных методов и форм обучения. Реализация данного содержания должна проходить непрерывно, систематически и при проведении курсов по выбору, и при выполнении домашнего задания, и при подготовке презентации. Завершающим этапом является прогностическая деятельность педагога, которая должна опираться на государственный стандарт образования и учитывать научно обоснованные и методические требования к учебному процессу. Создание педагогических условий, на наш взгляд, будет способствовать развитию математических способностей учащихся.

Формы и методы организации учебной деятельности при изучении математических курсов по выбору разнообразны и зависят от содержания и задач курса. В данной статье мы ограничимся формами и методами организации учебной деятельности школьников при изучении ими разработанного автором математического курса по выбору «Комплексные и гиперкомплексные числа и их применение в электротехнике».

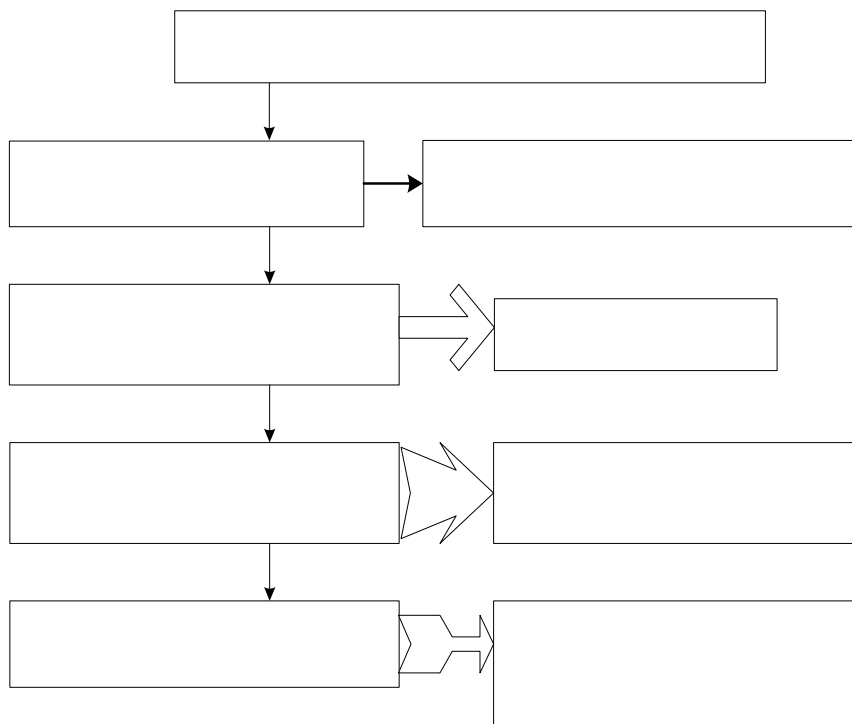


Рисунок 3 – Направления и условия развития математических способностей учащихся.

При реализации вышеназванного курса автором использовался интерактивный метод обучения. Интерактивный («Inter» – взаимный, «act» – действовать) – означает взаимодействовать, находится в режиме беседы, диалога с кем-либо. Автором статьи были использованы интерактивные методы в виде «мозгового штурма», презентации решения (проекта) группы перед аудиторией, анкетирования, работы с книгой, диалога, построенного на линиях «ученик – ученик», «ученик – группа учащихся», «ученик – аудитория».

Преподаватель на протяжении всего курса исполнял роль фасилитатора, т. е. занимал позицию помощника, помогал учащимся самостоятельно находить ответы на вопросы, направлял деятельность учащихся на достижение целей занятия. Учащиеся самостоятельно приходили к необходимости введения того или иного понятия, устанавливали связь между новым и ранее изученным материалом. Основными составляющими интерактивных занятий являлись интерактивные упражнения и задания, которые ими выполнялись. Важное отличие интерактивных упражнений и заданий от обычных в том, что, выполняя их, учащиеся не только и не столько закрепляют уже изученный материал, сколько изучают новый.

Заключение. Как отмечалось выше, одной из целей профильного обучения, в частности введения вариативного компонента, является развитие способностей учащихся.

Согласно Б.М. Теплову, способности существуют в развитии, они не есть какое-то неизменное свойство человека, их формирование и развитие возможно только в деятельности. Приняв, что способности существуют только в развитии, нельзя упускать из виду, что развитие это осуществляется не иначе, как в процессе той или иной практической или теоретической деятельности. А отсюда следует, что способность не может возникнуть вне соответствующей конкретной деятельности [3].

В свою очередь А.Н. Леонтьев, основным и, пожалуй, единственным источником развития способностей считает процесс усвоения, «присвоения» достижений культуры. И, отсюда, если правильно организовать обучение и воспитание, то способности человека могут быть сколь угодно развиты [4].

Согласно Б.Г. Ананьеву, способности есть проявление творчес-

кого развития ума, а не просто накопления знаний, следовательно, проявление творческого применения этих знаний, новаторской позиции самого человека в отношении знаний, которые он усваивает, самостоятельности и сознательности [5].

Развитие способностей – это не стихийный процесс спонтанного раскрытия каких-то внутренних тенденций, а направленный и активный педагогический процесс. Формирование и развитие способностей происходит в процессе специально организованной учебной деятельности учащихся. Предложенные в статье принципы, методы и формы организации учебной деятельности школьников при изучении ими математических курсов по выбору направлены на достижение этой цели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подласый, И.П. Педагогика. Новый курс: учеб. для студ. пед. вузов: в 2 кн. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. – 576 с.
2. Крутецкий, В.А. Психология математических способностей школьников / В.А. Крутецкий. – М.: Просвещение, 1968. – 432 с.
3. Теплов, Б.М. Проблемы индивидуальных различий / Б.М. Теплов. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1961. – 536 с.
4. Леонтьев, А.Н. Избранные психологические произведения: в 2 т. / А.Н. Леонтьев. – М.: Педагогика; 1983. – Т.1. – 391 с.
5. Ананьев, Б.Г. О соотношении способностей и одаренности / Б.Г. Ананьев. – М.: Педагогика, 1962. – 234 с.

SUMMARY

Basic principles of organization of educational activity of schoolboys and teaching rule are examined for their realization. Methods and forms which are desirable to follow in mathematics courses of teaching are offered. The model of development of mathematical capabilities in studying elective courses is given.

МЕТОДИКА ВЫКЛАДАННЯ

УДК 004(07)

А.И. Костюкович

О ПОСТРОЕНИИ ГРАФИКОВ КУСОЧНО-НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ СРЕДСТВАМИ EXCEL

Электронные таблицы Excel являются прекрасным средством построения графиков функций, доступным по своей сложности не только студентам, но и старшим школьникам. Построенные графики удобно использовать для исследования функций, для нахождения приближенных значений корней уравнений и во многих других случаях. Особенно легко строить в среде Excel графики непрерывных функций. Однако при попытке построить график разрывной функции возникают определенные трудности. Во-первых, при построении таблицы значений функции нужно исключать значения аргумента, для которых функция не определена. Во-вторых, программа строит график по значениям функции, заданным таблично, соединяя последовательно соответствующие точки плавной кривой или ломаной (в зависимости от выбранного вида графика), в результате чего график разрывной функции получается непрерывным. В-третьих, в случае, когда функция на заданном промежутке не ограничена сверху или снизу, в таблице ее значений могут оказаться слишком большие по модулю значения; поскольку программа масштабирует график функции так, чтобы все ее табличные значения поместились на графике, то получается график, на котором плохо просматриваются особенности его участков, близких к оси Ox . Данная статья посвящена методике построения графиков кусочно-непрерывных функций.

Идея построения графиков функций, содержащих точки разрыва или вообще имеющих несвязную область определения, основана на том, что если в таблице значений функции содержится область пустых строк, то при соответствующей настройке две части графика, одна из которых соответствует строкам таблицы, предшествующим этой пустой области, а вторая – следующим за ней, не соединяются между собой.

Пример 1. Построим график функции, заданной кусочно:

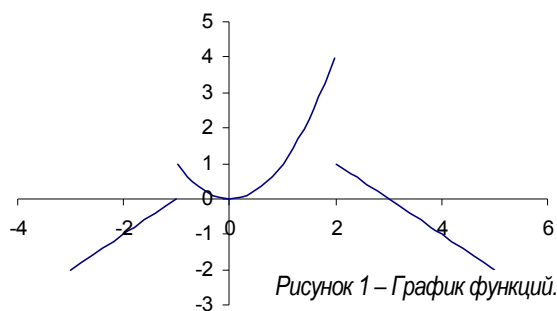
$$y = \begin{cases} x + 1, & \text{если } -3 \leq x \leq -1, \\ x^2, & \text{если } -1 < x < 2, \\ 3 - x, & \text{если } 2 \leq x \leq 5. \end{cases}$$

1. Построим таблицу значений функции (таблица 1):

Таблица 1 – Значения функций

x	y
-3	-2
-2,8	-1,8
...	...
-1,2	-0,2
-1	0
...	...
-0,99	0,9801
-0,8	0,64
...	...
1,8	3,24
1,99	3,9601
...	...
2	1
2,2	0,8
...	...
4,8	-1,8
5	-2

2. Строим график функции (рисунок 1).



3. Если все же график функции получился непрерывным, необходимо сделать его активным и задать настройку, при которой несвязные части графика функции не будут соединяться

между собой (Сервис – Параметры – Диаграмма – Для пустых ячеек: точки не отображаются).

Пример 2. Построим график функции

$$y(x) = \frac{4x}{(x+1)(x-0,5)} \text{ для } x \in [-2; 2]. \text{ На чер-}$$

теже отобразим только те точки графика, ординаты которых по модулю не превосходят 7.

1. Построим таблицу значений функции $y(x)$ для x от -2 до 2 с шагом $0,2$. При задании значений аргумента при этом указываем два первых значения, а затем умножаем их на остальные ячейки (таблица 2, шаг 1).

2. Очистим строки, в которых функция не определена.

3. Вставим пустые строки в остальных местах разрыва функции.

4. Из всех строк таблицы, содержащих значения функции, выходящие из заданного промежутка $[-7; 7]$, слева и справа от каждой точки разрыва оставим только по одной строке, остальные очистим (таблица 2, шаг 2).

Таблица 2 – Значения функции $y(x)$ для x от -2 до 2 с шагом $0,2$

	A	B	A	B	A	B
1	Шаг1		Шаг 2		Шаг 3	
2	x	y	x	y	x	y
3	-2	-3.20	-2	-3.20	-2	-3.20
4	-1.8	-3.91	-1.8	-3.91	-1.8	-3.91
5	-1.6	-5.08	-1.6	-5.08	-1.6	-5.08
6	-1.4	-7.37	-1.4	-7.37	-1.42288	-7.00
7	-1.2	-14.12				
8	-1	#ДЕЛ/0!				
9	-0.8	12.31	-0.8	12.31	-0.67229	7.00
10	-0.6	5.45	-0.6	5.45	-0.6	5.45
11	-0.4	2.96	-0.4	2.96	-0.4	2.96
12	-0.2	1.43	-0.2	1.43	-0.2	1.43
13	0	0.00	0	0.00	0	0.00
14	0.2	-2.22	0.2	-2.22	0.2	-2.22
15	0.4	-11.43	0.4	-11.43	0.351408	-7.00
16	0.6	15.00				
17	0.8	5.93	0.6	15.00	0.743722	7.00
18	1	4.00	0.8	5.93	0.8	5.93
19	1.2	3.12	1	4.00	1	4.00
20	1.4	2.59	1.2	3.12	1.2	3.12
21	1.6	2.24	1.4	2.59	1.4	2.59
22	1.8	1.98	1.6	2.24	1.6	2.24
23	2	1.78	1.8	1.98	1.8	1.98
24			2	1.78	2	1.78

5. Делаем активной ячейку таблицы, содержащую первое значение функции, меньшее -7 . С помощью инструмента Подбор параметра подбираем соответствующее значение аргумента так, чтобы значение функции в рассмат-

риваемой ячейке стало равным -7 . Таким же образом поступаем с остальными ячейками, в которых находятся значения функции, меньшие -7 (тем самым будущий график функции «обрезается» снизу ровно по прямой $y = -7$).

6. Аналогично «обрезаем» график сверху по прямой $y = 7$. Заключительная таблица находится в таблице 2, шаг 3.

7. Строим график функции (рисунок 2). Если он оказался непрерывным, устанавливаем настройку Сервис – Параметры – Диаграмма – Для пустых ячеек: точки не отображаются.

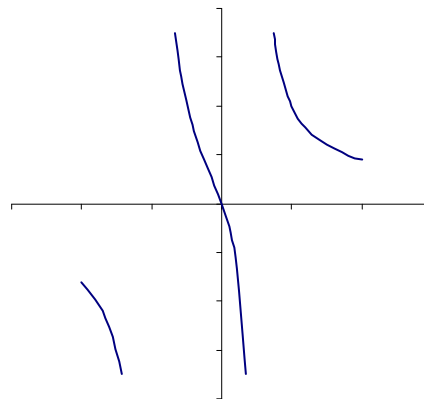


Рисунок 2 – График функции.

Получаемые таким образом графики могут быть встроены в текстовый документ и использоваться в школе в качестве демонстраций учителями математики.

Разумеется, системы компьютерной математики позволяют гораздо быстрее строить графики разрывных функций (рисунок 3, созданный для функции $y(x)$, рассмотренной в примере 2, в среде Mathcad), однако не все школьники знакомятся с такими системами, поэтому будущий учитель информатики должен уметь обходиться средствами электронных таблиц.

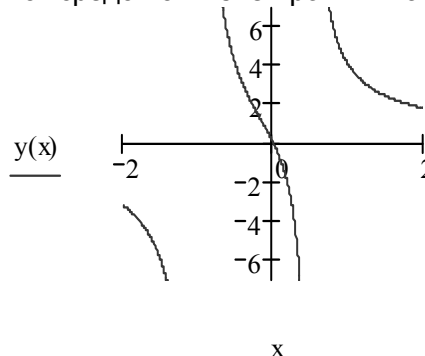


Рисунок 3 – График разрывной функции для $y(x)$.

SUMMARY

The article deals with the method of building functions which are unbroken in the definite interval with the help of Excel. It allows to graph points with coordinates in the definite range.

ВЛИЯНИЕ НЭМ И НММ НА СЕМЕНА НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ ДОМАШНЕЙ И АЙВЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Введение. Одним из важнейших приемов экспериментальной селекции растений является мутагенез. Общеизвестным считается тот факт, что применение мутагенов повышает у растений частоту появления почковых уклонений, усиливает процесс изменчивости и позволяет с меньшими затратами времени и средств решать ряд селекционных задач.

Использование химических мутагенов в создании исходного материала для нужд селекции позволяет вызывать глубокие и разносторонние изменения в наследственности растений, расширять спектр изменчивости и создавать уникальные формы с новыми ценными признаками. В целом, мутационная изменчивость лежит в основе всякого исходного материала, ибо первичное наследственное разнообразие возникает только в результате мутаций [1].

Применение различных мутагенных факторов для получения наследственных изменений у плодовых растений имеет ряд специфических особенностей: сложная генетическая природа, высокая степень гетерозиготности, длинный репродуктивный период, трудности выявления возникающих мутационных изменений, необходимость стратификации семян для их прорастания.

Управлять процессом мутаций можно по-разному: с одной стороны – резко усилить общие процессы изменчивости, то есть получать в большом количестве максимальное разнообразие мутаций; с другой – использовать такие факторы, которые обладают способностью вызывать специфическое мутирование. В последнем случае появляется возможность дифференцированно управлять процессом изменчивости, вызывая ограниченный круг нужных мутаций или только определенные наследственные изменения [2]. Однако ни один из известных сейчас мутагенов такой специфичностью не обладает. Среди получаемых мутантов только небольшая часть растений имеет полезные для человека изменения. Но даже единичные полезные мутации оправдывают

затраты, так как удается создать исходный генотип необычного типа [3].

С самого начала использования мутагенов в селекции предполагалось, что наиболее ощутимые результаты можно будет получать у вегетативно размножаемых растений [4]. Способность к вегетативному размножению дает возможность закрепить соматические мутации. В связи с этим мутагенное воздействие на вегетативные органы растений с разработкой специальных методик выявления индуцированных соматических мутаций начинает все чаще использоваться в селекционной практике.

В настоящее время система плодоводства стоит перед необходимостью создания сортов интенсивного типа, в которых яблони вступают в период плодоношения в наиболее короткие сроки, обладают высокой продуктивностью, низкорослостью. Среди мероприятий, направленных на решение данных задач, важное место отводится селекционному совершенствованию ныне существующего сортимента. В Беларуси яблоня является ведущей плодовой культурой. Ее плоды – не только ценный поливитаминный продукт питания, но и основное сырье для консервной промышленности. Вместе с тем по результатам проведенной инвентаризации плодово-ягодных насаждений, около 60% площадей, занятых яблоней, относятся к низкому бонитету.

Айва обыкновенная является перспективной для Беларуси скороплодной плодовой культурой. Широкого распространения в республике она не получила в связи с отсутствием высокоморозостойчивых столовых сортов.

Современные сорта яблони и айвы являются постоянным объектом совершенствования. Нет сомнения, что широко используемые до настоящего времени методы селекции, такие как внутривидовые и отдаленные скрещивания, клоновая изменчивость, будут и в дальнейшем использоваться селекционерами. Однако в программы создания новых сортов этих культур все чаще включается метод индуцированного мутагенеза [5].

В настоящее время методом индуцированного мутагенеза получено более 500 сортов по всем основным сельскохозяйственным культурам, в том числе у яблони и айвы. Этот метод достаточно широко используется практически во всех странах интенсивного земледелия. Современные международные проекты с использованием мутагенеза связаны, прежде всего, с селекцией на устойчивость к различным неблагоприятным факторам и созданием сортов интенсивного типа, хорошо адаптированных к местным условиям.

Вопросу использования мутагенов в селекции яблони и айвы посвящены работы [6–15], но большинство из них рассматривают проблемы радиационного мутагенеза. Вместе с тем к настоящему времени установлено, что для химических мутагенов характерна большая специфичность, меньший повреждающий эффект и высокая частота мутаций. В связи с этим представляется актуальной разработка методик индуцированного химического мутагенеза для культур яблони и айвы.

Материалы и методы исследований. С целью повышения комбинативной изменчивости

и дальнейшего отбора ценных генотипов проводили обработку семян отобранных сортов яблони домашней и айвы обыкновенной супермутагенами. Для опытов использовали семена трех сортов яблони домашней – Антей, Вербное, Слава Победителям и двух сортов айвы обыкновенной – Изобильная, Степнячка. Семена обрабатывали нитрозозэтил – (НЭМ) и нитрозометилмочевинной (НММ) после стратификации при экспозициях 6, 12 и 24 ч при комнатной температуре в концентрациях 0,010; 0,025; 0,050%. Контрольные семена выдерживали в воде в течение такого же времени. После обработки семена промывали проточной водой в течение 1 ч. В каждом варианте опыта было по 100–120 штук семян каждого сорта.

Результаты и обсуждение. Сравнивая данные о всхожести семян и выживаемости сеянцев трех сортов яблони домашней, хорошо видна существенная разница в чувствительности разных генотипов к действию мутагенов (таблица 1). Подобная тенденция прослеживается и при обработке мутагенами сортов айвы обыкновенной (таблица 2).

Таблица 1 – Влияние НЭМ и НММ на всхожесть семян и выживаемость сеянцев некоторых сортов яблони домашней (средние данные 1998–2005 гг.)

Сорт	Мутаген	Концентрация мутагена, %	Экспозиция, час	Всхожесть, %	Выживаемость, %			Растений с отклонениями от контроля, %
					1-й год	2-й год	3-й год	
Антей	НММ	Контроль 0,010 0,025 0,050	6	87,6	98,2	96,4	95,1	-
				39,8	76,3	75,2	74,7	3,8
				10,4	48,6	47,4	45,5	6,3
		0	0	0	0	0		
		Контроль 0,010 0,025 0,050	12	87,1	94,3	93,8	93,2	-
				22,5	64,5	63,4	62,1	4,7
				8,1	28,6	27,3	25,8	7,3
		0	0	0	0	0		
		Контроль 0,010 0,025 0,050	24	86,8	97,4	96,2	95,8	-
	16,3			46,4	45,2	44,6	5,8	
	4,2			18,7	15,3	12,1	8,4	
	0	0	0	0	0			
НЭМ	Контроль 0,010 0,025 0,050	6	86,4	97,3	96,2	94,1	-	
			28,7	49,6	47,4	45,2	1,2	
			12,3	24,2	22,3	21,4	2,7	
	0	0	0	0	0			
	Контроль 0,010 0,025 0,050	12	85,6	96,8	95,9	94,8	-	
			14,2	37,5	34,8	32,9	1,8	
			6,8	21,4	18,7	15,5	3,4	
	0	0	0	0	0			
	Контроль 0,010 0,025 0,050	24	84,2	95,7	94,2	93,3	-	
7,4			29,1	18,3	14,2	2,3		
3,1			11,2	10,1	8,7	4,1		
0	0	0	0	0				
Вербное	НММ	Контроль 0,010 0,025 0,050	6	85,2	94,1	93,8	93,5	-
				36,7	42,4	40,5	39,8	2,2
				9,1	20,5	19,6	19,2	2,5
				0	0	0	0	0
	Контроль 0,010	12	84,8	93,8	93,1	92,8	-	
20,3	35,2	33,4	31,5	2,8				

Сорт	Мутаген	Концентрация мутагена, %	Экспозиция, час	Всхожесть, %	Выживаемость, %			Растений с отклонениями от контроля, %		
					1-й год	2-й год	3-й год			
		0,025		7,2	20,5	18,2	15,3	3,3		
		0,050		0	0	0	0			
		Контроль	24	84,7	93,7	92,5	92,0	-		
		0,010		14,5	27,5	17,5	12,2	3,4		
		0,025		2,8	10,1	9,5	6,2	5,2		
		0,050		0	0	0	0	0		
		НЭМ		Контроль	6	81,4	93,4	92,5	92,0	-
				0,010		34,4	40,5	38,8	38,5	0,9
				0,025		8,3	19,4	18,6	18,0	1,5
				0,050		0	0	0	0	0
				Контроль	12	80,0	92,8	90,2	91,5	-
				0,010		19,6	36,2	33,8	30,1	1,7
0,025	6,6			20,5		17,3	14,5	2,0		
0,050	0			0		0	0	0		
Контроль	24			81,2	92,5	91,8	41,5	-		
0,010				10,4	27,6	16,5	12,2	1,9		
0,025				1,3	10,2	8,5	4,3	2,3		
0,050				0	0	0	0	0		
Слава Победителям	НММ	Контроль	6	79,9	92,2	90,0	89,2	-		
		0,010		34,2	40,5	36,4	34,2	0,7		
		0,025		8,7	18,6	16,5	15,0	1,8		
		0,050		0	0	0	0	0		
		Контроль	12	78,6	91,4	90,5	90,0	-		
		0,010		19,5	38,4	34,2	31,8	1,8		
		0,025		6,2	15,1	12,5	10,0	2,2		
		0,050		0	0	0	0	0		
		Контроль	24	78,8	91,8	91,0	90,5	-		
		0,010		10,5	32,4	30,7	29,2	2,0		
		0,025		1,2	10,4	7,5	5,8	3,8		
		0,050		0	0	0	0	0		
НЭМ		Контроль	6	75,5	90,5	89,3	89,0	-		
		0,010		32,6	36,5	33,3	30,0	0,3		
		0,025		7,2	24,2	20,0	18,5	0,8		
		0,050		0	0	0	0	0		
		Контроль	12	75,2	90,0	89,5	89,2	-		
		0,010		16,4	32,5	28,7	25,5	0,9		
		0,025		5,1	22,2	18,5	12,3	1,1		
		0,050		0	0	0	0	0		
		Контроль	24	75,0	90,5	90,0	89,5	-		
		0,010		9,5	28,7	25,4	20,0	1,1		
		0,025		0,7	17,2	11,8	3,3	1,2		
		0,050		0	0	0	0	0		

Таблица 2 – Влияние НЭМ и НММ на всхожесть семян и выживаемость сеянцев некоторых сортов айвы обыкновенной (средние данные 2000–2005 гг.)

Сорт	Мутаген	Концентрация мутагена, %	Экспозиция, час	Всхожесть, %	Выживаемость, %			Растений с отклонениями от контроля, %
					1-й год	2-й год	3-й год	
Изобильная	НММ	Контроль	6	84,2	79,2	78,1	77,5	-
		0,010		32,7	32,4	30,1	29,6	0,5
		0,025		9,4	15,2	14,8	13,9	1,3
		0,050		0	0	0	0	0
		Контроль	12	84,0	78,1	77,5	77,3	-
		0,010		24,5	28,5	25,2	24,8	1,1
		0,025		5,6	10,4	9,8	9,5	2,8
		0,050		0	0	0	0	0
		Контроль	24	83,7	77,8	77,5	77,0	-
0,010	12,2	25,4		23,2	22,8	1,5		
0,025	3,1	8,1		7,5	7,3	3,5		
0,050	0	0		0	0	0		

Сорт	Мутаген	Концентрация мутагена, %	Экспозиция, час	Всхожесть, %	Выживаемость, %			Растений с отклонениями от контроля, %		
					1-й год	2-й год	3-й год			
	НЭМ	Контроль 0,010 0,025 0,050	6	83,5	78,4	77,8	77,3	-		
				29,3	30,1	27,4	27,0	0,2		
				8,7	10,2	6,4	6,0	0,9		
		Контроль 0,010 0,025 0,050	12	83,0	78,2	77,5	77,2	-		
				20,5	25,3	21,5	20,2	0,4		
				4,5	7,4	5,1	4,8	1,5		
		Контроль 0,010 0,025 0,050	24	82,7	78,0	77,3	77,0	-		
				15,4	21,5	18,4	18,0	1,3		
				1,2	5,1	3,4	3,0	2,2		
		Степячка	НММ	Контроль 0,010 0,025 0,050	6	76,5	78,8	78,5	78,0	-
						28,4	27,5	24,2	22,8	0,4
						6,2	4,2	2,8	1,3	1,1
Контроль 0,010 0,025 0,050	12			76,2	78,5	77,9	77,5	-		
				19,6	21,3	18,4	17,0	1,0		
				3,2	3,7	2,1	1,5	2,4		
Контроль 0,010 0,025 0,050	24			76,0	78,0	77,3	77,0	-		
				12,3	16,6	11,2	10,6	1,4		
				0,9	2,8	1,6	1,2	3,1		
Степячка	НЭМ			Контроль 0,010 0,025 0,050	6	76,3	78,8	78,2	77,8	-
						24,2	24,3	19,5	18,0	0,2
						6,5	3,8	2,1	1,8	0,9
		Контроль 0,010 0,025 0,050	12	75,5	78,5	78,0	77,7	-		
				18,6	19,8	15,2	14,5	0,8		
				2,2	2,6	1,2	0,7	1,7		
		Контроль 0,010 0,025 0,050	24	75,0	78,1	77,6	77,2	-		
				12,3	15,3	12,1	11,5	1,2		
				0,2	1,8	0,9	0,5	2,8		
		Контроль 0,010 0,025 0,050		0	0	0	0	0		

Анализируя условия обработки мутагенами семян сортов яблони домашней и айвы обыкновенной, следует отметить, что с повышением концентрации НЭМ и НММ и экспозиции их воздействия увеличивается процент мутантных форм. Так, изменение концентрации мутагенов с 0,010 до 0,025% и экспозиции воздействия с 6 до 24 ч увеличивает процент мутантных форм у сортов яблони в 2,2–5,5 раза при обработке НММ и в 2,5–4,0 раза при обработке НЭМ; у сортов айвы – в 7,0–7,8 раза при обработке НММ и в 7,5–14,0 раза при обработке НЭМ.

Одновременно с увеличением концентрации мутагенов и экспозиции их воздействия резко снижаются показатели всхожести семян и выживаемости сеянцев, что особенно ярко выражено в первый год развития растений. У сортов яблони домашней при обработке мутагенами всхожесть семян в сравнении с контролем снижается с 87,6 до 0,7%, а выживаемость изменяется с 79,2 до 0,5%.

Летальной дозой НММ и НЭМ при всех экспозициях воздействия на семена различных сортов яблони домашней и айвы обыкновенной является концентрация 0,05%. Наиболее оптимальными условиями для получения более высокого процента мутантных форм яблони и айвы является обработка стратифицированных семян изучаемых растений 0,010–0,025% растворами НЭМ и НММ при экспозиции 24 ч. Несмотря на то, что обработка 0,025% растворами НЭМ и НММ дает больший процент мутантных форм, чем обработка 0,010% растворами этих мутагенов в количественном отношении, растений с изменениями образуется больше при использовании 0,010% растворов. Это связано с тем, что при обработке 0,010% растворами мутагенов процент выживших сеянцев в целом на порядок выше, чем при обработке 0,025% растворами НЭМ и НММ.

Результаты обработки семян мутагенами свидетельствуют о том, что мутабельность сор-

тов яблони зависит от их генотипа. Наиболее чувствительным к действию мутагенов является сорт Антей. В зависимости от типа мутагена, его концентрации и экспозиции воздействия процент мутагенных форм составляет 1,2–8,4. Менее чувствительным к действию НЭМ и НММ является сорт Слава Победителям – 0,3–3,8% мутантных форм.

Обработка мутагенами семян двух сортов айвы обыкновенной дала приблизительно одинаковые результаты мутабельности – 0,2–3,5% мутантных форм у сорта Изобильная и 0,2–3,1% у сорта Степнячка. Сходные показатели мутабельности сортов айвы обыкновенной свидетельствуют о их генетической близости.

Изучение эффективности влияния мутагенов показало, что на всех изученных нами сортах яблони и айвы НММ в сравнении с НЭМ обладает более ярко выраженным мутагенным действием. Так, при обработке семян НММ процент отклонений от контроля у яблони составляет в зависимости от сорта 0,7–8,4, тогда как при обработке НЭМ этот показатель колеблется от 0,3 до 4,1, т. е. в два раза ниже. Аналогичная, хотя и в меньшей степени, тенденция прослеживается при обработке семян различных сортов айвы обыкновенной – 0,4–3,5% мутантных форм при обработке НММ и 0,2–2,8% при обработке НЭМ.

Полученные нами мутантные формы в стадию плодоношения еще не вступили, но предварительный анализ позволил выявить целый ряд морфозов, среди которых преобладают: угнетение роста, изменение формы листовых пластинок, бифуркатные побеги, хлорозы листьев.

Выводы

1. Мутабельность сортов яблони домашней и айвы обыкновенной зависит от их генотипа. Наиболее чувствительными к действию НЭМ и НММ из изученных нами сортов являются Антей и Изобильная, менее чувствительными – Слава Победителям и Степнячка.

2. НММ в сравнении с НЭМ обладает более ярко выраженным мутагенным действием при обработке стратифицированных семян различных сортов яблони домашней и айвы обыкновенной.

3. Оптимальным условием, при котором наблюдается более высокий процент образования мутантных форм яблони и айвы, является обработка семян после стратификации 0,010–0,25% растворами НЭМ и НММ при экспозиции 24 ч.

4. Летальной дозой НЭМ и НММ при всех экспозициях воздействия на семена яблони домашней и айвы обыкновенной является концентрация 0,05%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / под ред. А.С. Татаринцева. – М. 1981. – С. 126–128.
2. Дубинин Н.П. Новые методы селекции растений / Н.П. Дубинин, В.А. Панин. – М., 1967. – С. 135–177.
3. Кичина В.В. Генетика и селекция ягодных культур / В.В. Кичина. – М., 1984. – С. 69–76.
4. Дубинин Н.П. Задачи генетики будущего / Н.П. Дубинин // Цитология и генетика. – 1977. – № 6. – Т. 5. – С. 134–138.
5. Равкин А.С. Действие ионизирующих излучений и химических мутагенов на вегетативно размножаемые растения / А.С. Равкин. – М., 1981. – 192 с.
6. Артюх С.Н. Получение и отбор мутационных изменений в селекции яблони и груши / С.Н. Артюх // Спонтанный и индуцированный мутагенез в селекции садовых растений. – М., 1974. – С. 15–16.
7. Ахведиани Ш.Н. Исследование индуцированных мутаций в селекции яблони / Ш.Н. Ахведиани // Спонтанный и индуцированный мутагенез в селекции садовых растений. – М., 1974. – С. 17–18.
8. Дерягина И.В. Использование ионизирующей радиации в селекции яблони / И.В. Дерягина // Биология и селекция яблони. – М., 1976. – С. 54–84.
9. Исаев С.И. и др. Облучение деревьев яблони ^{60}Co / С.И. Исаев, И.В. Дерягина, Г.В. Савченко // Биологические науки. – 1961. – № 3. – С. 105–108.
10. Калиниченко И.М. Радиочувствительность семян яблони в различном физиологическом состоянии / И.М. Калиниченко // Индуцированный мутагенез в селекции садовых растений. – М., 1977. – С. 75–83.
11. Колонтаев В.М. Экспериментальные мутации яблони / В.М. Колонтаев // Генетика. 1973. – № 8. – С. 156–160.
12. Лизнев В.Н. О некоторых возможностях использования ионизирующих излучений в селекции яблони: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Н. Лизнев. – Новосибирск, 1968. – 24 с.
13. Петров Д.Д. Ионизирующая радиация в селекции яблони / Д.Д. Петров, В.Н. Лизнев // Садоводство. – 1971. – № 6. – С. 60.
14. Семакин В.П. О возможностях увеличения выхода индуцированных гамма-мутаций сортов яблони / В.П. Семакин // Селекция, сортоизучение, агротехника плодовых и ягодных культур. – Орел, 1971. – С. 3–16.
15. Бавтуто Г.А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной полиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. д-ра биол. наук / Г.А. Бавтуто. – Тарту, 1980. – 48 с.

SUMMARY

The influence of some chemical cloudies on sorts apple trees and quince is investigated. The optimal conditions of processing Seed by chemical cloudies are placed.

ПАТОГЕНЫ И ВРЕДИТЕЛИ СТРЕЛИТЦИИ КОРОЛЕВСКОЙ (*STRELITZIA REGINAE*)

Введение. Стрелитция королевская – представитель субтропических лесов Южной Африки – введена в ассортимент срезочных цветочных культур закрытого грунта. В связи с промышленным выращиванием данной культуры, в цветоводческих хозяйствах Беларуси возникла необходимость разработки мероприятий по защите *Strelitzia reginae* от поражения болезнями и вредителями.

В условиях закрытого грунта создаются наиболее оптимальные условия для развития растений. Относительное постоянство экологических условий закрытого грунта, защита от абиотических и биотических факторов внешней среды благоприятны для развития вредителей и патогенов [3]. Мониторинг за развитием популяций патогенов и вредителей интродуцированных видов растений позволяет прогнозировать распространение вредных видов и своевременно проводить мероприятия по снижению их численности [4].

Анализ видового состава патогенов стрелитции королевской, выращиваемой в условиях закрытого грунта в других странах (Великобритания, Польша) позволил выявить потенциальных вредителей данной культуры. Подобные исследования в условиях Беларуси не проводились.

Специфика проблемы определила **цель нашего исследования**: изучение и идентификация видового состава патогенов и вредителей интродуцированного вида стрелитция королевская (*Strelitzia reginae*) при промышленном выращивании культуры в Республике Беларусь; составление списка потенциальных вредителей, поражающих данный вид; выбор методов борьбы с патогенами этой культуры в условиях закрытого грунта.

Материалы и методы. Исследования проводили в рамках Госпрограммы ориентированных фундаментальных исследований «Биологические ресурсы»: Исследование структурных изменений биотипического состава патогенов и фитофагов при интродукции растений (№ 2001967).

На протяжении 2004–2006 гг. ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» и КУП «Цветы столицы» проводили обследование посадочного материала стрелитции королевской. Опыты велись в оранжереях. Температура воздуха в них в весенний и осенний период

составляла ночью +17–18°C, днем –19–20°C, в солнечную погоду – 21–26°C, в летний период – 25–35°C. Влажность 50–70%. Ежедекадно проводили обследование фитосанитарного состояния растений. Отбирали образцы растений с признаками повреждения вредителями и поражения болезнями. В лабораторных условиях проводили идентификацию видового состава патогенов и фитофагов по общепринятым методикам [3, 5, 7–8]. Список потенциальных вредителей и болезней стрелитции королевской составлен в соответствии с классификацией, предложенной в Программе защиты декоративных растений 2003–2005 гг., разработанной Краковским институтом садоводства и цветоводства (Польша) [2] и данными Королевского Ботанического сада в Кью, (Великобритания) [1].

Результаты и обсуждение. По результатам оценки фитосанитарного состояния растений стрелитции королевской, идентифицирован видовой состав вредителей и болезней в условиях закрытого грунта Республики Беларусь.

Стрелитция королевская достаточно устойчива к болезням и вредителям при выращивании в условиях закрытого грунта. Отмечено единичное поражение цветков серой гнилью (ботридиальная и фузариозная гниль) (таблица 1).

Серая пятнистость цветков. В основании лепестков или на всей их поверхности появляются темно-коричневые мелкие, затем разрастающиеся пятна. Иногда на месте пятен виден серый или розоватый налет, который вызывается следующими возбудителями:

1. На лепестках стрелитции появляются буровато-темные пятна в виде плотного, бархатистого налета, состоящего из конидиеносцев и конидий.

Снижается декоративность цветков, происходит быстрое опадание лепестков. Возбудитель – *Botrytis cinerea*. Конидиеносцы древовидно-разветвленные. Конидии в массе дымчатые, яйцевидные, 9–12×7–10 мкм, собраны в головки.

2. Пораженные участки буреют и отмирают, растение и цветки постепенно увядают. Возбудитель – *Fusarium avenaceum*. Пикниды в виде оранжевых, при высыхании темнеющих (серо-коричневых) подушечек, содержащих серповидные, бесцветные, с 3–6 перегородками макроконидии 30–70×3–4,5 мкм.

Из вредителей встречаются олеандровая щитовка, пальмовая щитовка, паутиновый клещ (таблица 1).

Таблиця 1 – Патогены и фитофаги стрелитции королевской

Видовой состав	Поражаемые органы растений	Симптомы поражения	Реакция растения на заболевание
Патогены			
<i>Botrytis cinerea</i>	Лепестки цветка	Буровато-темные пятна в виде плотного, бархатистого налета	Быстрое опадание лепестков
<i>Fusarium avenaceum</i>	Основание лепестков	Буровато-темные пятна в виде плотного, бархатистого налета	Пораженные участки буреют и отмирают, растение и цветки постепенно увядают
Фитофаги			
<i>Aspidiotus nerii</i>	Листья	Появляются светлые пятна на растении, на верхушке и на нижней стороне листа, вдоль сосудов – плоские белые щитовки	Рост растения замедляется, листья желтеют и засыхают в листовом влагалище
<i>Diaspis boisduvalii</i>	Листья	Появляются круглые фиолетовые пятна вокруг щитков.	Листья усыхают, растение замедляет рост.
<i>Tetranychus urticae</i>	Листья	Появляются желтые пятна, обесцвечиваются листья, наличие тонкой липкой паутины	Истощение растения

Aspidiotus nerii – олеандровая щитовка. Плоские белые полифаги, тело широкоовальное, 1–2 мм в диаметре, личинки и самки поселяются на побегах. Щитовки паразитируют в листовом влагалище, на верхушке и на нижней стороне листа вдоль сосудов. В местах питания щитовок появляются светлые пятна, рост растений замедляется, листья желтеют и засыхают. В оранжерее развивается 3 поколения в год.

Diaspis boisduvalii – пальмовая щитовка. Белые прозрачные, тонкие, плоские, округлой формы щитовки, 2 мм в диаметре. Личинки светло-коричневые. Самцы выделяют белую, восковую пушистую массу. Самки располагаются поодиночке, самцы – группами у основания листьев. У стрелитции в местах питания появляются круглые фиолетовые пятна вокруг щитков; листья усыхают, растение замедляет рост.

Tetranychus urticae – паутинный клещ. Овальные клещи 0,5–0,5 мм длиной, зеленовато-желтые летом и красновато-оранжевые весной и осенью. Личинки округлые, зеленовато-желтые. Повреждают листья с нижней стороны, вызывая желтые пятна, обесцвечивание листьев, оплетая их тонкой липкой паутиной. Развивается круглогодично, до 12–15 поколений в год.

Таким образом, результаты изучения фитосанитарного состояния растений стрелитции королевской (*Strelitzia reginae*) позволили выявить следующие болезни и вредителей в условиях закрытого грунта Беларуси (таблица 2).

Таблиця 2 – Распространенность патогенов и фитофагов в посадках стрелитции королевской

Патогены и фитофаги	ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»	КУП «Цветы столицы»
Патогены:		
<i>Botrytis cinerea</i>	+	–
<i>Fusarium avenaceum</i>	–	+
Вредители:		
<i>Aspidiotus nerii</i>	+	–
<i>Diaspis boisduvalii</i>	+	+
<i>Tetranychus urticae</i>	+	+

Согласно данным Королевского Ботанического сада в Кью (Великобритания), где стрелитция королевская была впервые интродуцирована, и данным Программы защиты декоративных растений 2003–2005 гг., разработанной Краковским институтом садоводства и цветоводства Польши, где климатические условия наиболее близки к белорусским, на культуре стрелитции выявлены также некоторые болезни и вредители, не отмеченные в условиях закрытого грунта Беларуси:

1. *Серая пятнистость цветков*. Пораженные ткани буреют, размягчаются, растение желтеет, увядает. Возбудитель – *Fusarium culmorum*. Споры серповидные, бесцветные, с 3–5 перегородками.

2. *Гниль корней*. На сеянцах и взрослых растениях верхушка или основание корня буреют и темнеют. Появляется густой бледно-розовый налет, который развивается очагами. В центре каждого очага ткань корня разрушена. Растение приостанавливается в росте. *Фузариозная гниль корней*. Возбудитель – *Fusarium moniliforme*. Споры в подушечках, бесцветные прямые, иногда серповидные, с 3–5 перегородками 15–26×2,5–9 мкм.

3. *Гниль бутонов*. Верхушка бутона (1–2 см) становится желтовато-коричневой, сердцевина постепенно буреет и становится коричневой, загнивает. Бутоны не развиваются или распускаются неполностью. *Фузариозная гниль бутонов*. Возбудитель – *Fusarium roae*. Макроконидии веретеновидно-серповидные, с 1–3 перегородками, 10–32×3–5 мкм.

4. *Фитофтороз*. Возбудитель – *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. Заболевание начинается с поражения нижних листьев, которые желтеют, буреют и гниют, а на вышерасположенных листьях появляются округлые пятна диаметром 2–5 см, во влажной среде содержащие налет конидиеносцев. Корни буреют и гниют, заболевание распространяется вверх и вниз по сердцевине растения. Конидиеносцы короткие, слабовет-

вистые, выступающие одиночно или пучками, по 3–8 из устьиц. Споры 37–38×29–30 мкм.

5. *Сосудистый бактериоз листьев*. Возбудитель – *Xanthomonas campestris*. Первичные симптомы болезни проявляются на листьях в виде просвечивающих желтых или коричневых полос, расположенных вдоль жилок листа. Проникая через устьица и мелкие повреждения, бактерии заполняют сосуды, затрудняя поступление воды в листья, в результате чего они увядают. По сосудам бактерии распространяются во все органы, вызывая отставание в росте, пожелтение и засыхание листьев. Бактерии представляют собой граммотрицательные палочки 0,8–1,2×0,4–0,6 мкм.

Из вредителей встречается обыкновенный корневой червец.

Rhizocelus simplex – обыкновенный корневой червец. Овально-продолговатые насекомые 0,87–1,39 мм длиной, 0,38–0,66 мм шириной. Личинки развиваются в белых ватообразных восковых выделениях самок, мигрируют после обильного полива на новые растения. Корневая система покрывается белым пушистым воско-

вым налетом. Почва вокруг приобретает беловатый оттенок. Замедляет рост растения.

Таким образом, данные фитосанитарного состояния стрелитции королевской закрытого грунта Польши и Великобритании позволили определить список потенциальных вредителей и болезней данной культуры (таблица 3).

Правильно организованная система защиты растений в оранжереях от вредителей и болезней значительно повышает продуктивность и сохраняет декоративность цветочных культур. Серьезное внимание следует уделять мероприятиям, направленным на предотвращение появления и устранение патогенов и вредителей, повышение устойчивости растений. Они включают систему выявления (мониторинга) за вредоносными организмами, агротехнические методы защиты растений, обеззараживание культивационных помещений и субстрата, протравливание посевного и посадочного материала. Защита культуры стрелитции королевской от выявленных болезней и вредителей должна включать агротехнический и химический методы (таблица 4).

Таблица 3 – Потенциальные патогены и фитофаги стрелитции королевской

Видовой состав	Поражаемые органы растений	Характер поражения	Вредоносность
Патогены			
<i>Fusarium culmorum</i>	Цветки соцветия	Темно-коричневые, мелкие, затем разрастающиеся пятна в основании лепестков или на всей поверхности. Иногда на месте пятен серый или розоватый налет	Опадение лепестков, снижение декоративности соцветия
<i>Fusarium moniliforme</i>	Корень	Верхушка или основание корня становится коричневой и темнеет	Рост растения затормаживается
<i>Fusarium poae</i>	Нераскрывшиеся стрелки	Верхушка бутона на расстоянии 1–2 см желто-коричневая. Сердцевина бутона постепенно буреет и становится коричневой	Пораженные бутоны не развиваются
<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i>	Листья, корни	Нижние листья меняют цвет на серо-зеленый, затем желтеют и буреют. Корни становятся коричневыми и гниют	Растение останавливается в развитии
<i>Xanthomonas campestris</i>	Листья, корни	Пятнистость листьев проявляется вдоль сосудов как участки коричневого цвета, которые постепенно превращаются в некротическую ткань	Гибель растения
Фитофаги			
<i>Rhizocelus simplex</i>	Корни	Корневая система покрывается белым пушистым восковым налетом	Замедляется рост растения

Таблица 4 – Методы защиты стрелитции королевской от вредителей и болезней

Фитофаги и патогены	Агротехнический метод	Химический метод
<i>Aspidiotus nerii</i>	Счищать насекомых с листьев, черешков	Опрыскивание препаратами: препарат 30, 760 г/кг м.м.э. (ВНИИХСЗР, Россия), 20%; Би-58 новый, 400 г/л к.э. (фирма БАСФ, Германия), 2%
<i>Botrytis cinerea</i>	Ограничение полива; усиление вентиляции; системный сбор и сжигание поврежденных цветков	Опрыскивание препаратом Оксихом 80% с.п. (ВНИИХСЗР, Россия), 0,5%
<i>Diaspis boisduvallii</i>	Тщательный осмотр посадочного материала; отмывка и очистка заселенных органов	Опрыскивание препаратами: препарат 30, 760 г/кг м.м.э. (ВНИИХСЗР, Россия), 20%; Би-58 новый, 400 г/л к.э. (фирма БАСФ, Германия), 2%
<i>Fusarium avenaceum</i>	Избегать загущенности посадки, ограничить использование аммиачных удобрений	Обработка препаратами: Максим 2,5% т.с. (ф. Новартис Кроп Протекшн АГ, Швейцария), 2%; Байлетон 25% с.п. (ф. Байер, Германия), 0,5%

Фитофаги и патогены	Агротехнический метод	Химический метод
<i>Fusarium culmorum</i>	Избегать загущенности посадки, ограничить использование аммиачных удобрений	Обработка препаратами: Максим 2,5% т.с. (ф. Новартис Кроп Протекшн АГ, Швейцария), 2%; Байлетон 25% с.п. (ф. Байер, Германия), 0,5%
<i>Fusarium moniliforme</i>	Избегать загущенности посадки, ограничить использование аммиачных удобрений	Обработка Дерозал 50% к.с. (ф. АгрЭво, Германия), 0,6%; Бактоген к.с. (Белгосуниверситет, РБ), 1,5%
<i>Fusarium poae</i>	Избегать загущенности посадки, ограничить использование аммиачных удобрений	Обработка препаратами: Максим 2,5% т.с. (ф. Новартис Кроп Протекшн АГ, Швейцария), 2%; Байлетон 25% с.п. (ф. Байер, Германия), 0,5%
<i>Phytophthora nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i>	Умеренный полив; при пересадке не заглублять корни	Опрыскивание препаратами: Оксихом 80% с.п. (ВНИИХСЗР, Россия), 2%; Превикур 607 СЛ 70%, в.р. (ф. АгрЭво, Германия), 15%
<i>Rhizoctonia simplex</i>	—	Полив под корень препаратом Би-58 новый, 400 г/л к.э. (фирма БАСФ, Германия), 1,5%
<i>Tetranychus urticae</i>	Растительные препараты – настой лука репчатого, чеснока посевного, ботвы картофеля, одуванчика лекарственного	Опрыскивание препаратами: Омайт 30% с.п. (ф. Юнироял Кемикал Европа БВ, Голландия), 3%; Каратэ 5% к.э. (ф. Зенека, Англия), 0,5%
<i>Xanthomonas campestris</i>	Сжигание больных растений с почвой	Опрыскивание препаратами: Оксихом 80% с.п. (ВНИИХСЗР, Россия), 2%; Байлетон 25% с.п. (ф. Байер, Германия), 0,7%

Выводы

1. Идентифицирован видовой состав вредителей стрелитции королевской при выращивании в оранжерейных условиях в Республике Беларусь: *Aspidiotus nerii*, *Diaspis boisduvalii*, *Tetranychus urticae*.

2. Выявлены возбудители заболеваний: *Botrytis cinerea*, *Fusarium avenaceum*.

3. Определены потенциальные виды вредителей и возбудителей болезней стрелитции королевской при выращивании в условиях закрытого грунта: *Rhizoctonia simplex*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium poae*, *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*, *Xanthomonas campestris*.

4. Подобран и апробирован комплекс агротехнических и химических методов, направленных на борьбу с вредителями и возбудителями заболеваний *Strelitzia reginae*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bird of Paradise // Home&Garden information center [электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://hgic.clemson.edu/factsheet/hgic1562.htm>. – Дата доступа: 22.07.2006.

2. Program ochrony roslin ozdobnych na lata 2003–2005 / Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa; slad.G.Labanowski. – Krakow: Wydawnictwo Plantpress Sp. z o.o., 2003. – S. 93.
3. Болезни и вредители растений интродуцентов / под ред. Ю.В. Синадского. – М.: Наука, 1990. – С. 67, 91, 198, 204, 219.
4. Горленко С.В. Вредители и болезни интродуцированных растений / С.В. Горленко, Н.А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1967. – 196 с.
5. Защита растений от вредителей / под ред. В.В. Исаичева. – М.: Колос, 2002. – С. 409.
6. Итоги интродукции растений в Белорусской ССР (к 50-летию ЦБС АН БССР) / под ред. Е.А. Сидорович. – Минск: Наука и техника, 1982. – С. 11–13.
7. Козаржевская Э.Ф. Вредители декоративных растений (щитовки, ложнощитовки, червецы) / Э.Ф. Козаржевская. – М.: Наука, 1992. – 360 с.
8. Определитель болезней растений / под ред. М.К. Хохрякова. – М.: Лань, 2003. – С.47, 125, 154, 274.

SUMMARY

The questions of studying and identification of specific structure of wreckers and activators of illnesses *Strelitzia reginae* are discussed. For the purpose of erop protection from illnesses and wreckers damage the system of protection measures is given.

УДК 582.572.226

М.А. Левая

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ТЮЛЬПАНОВ КЛАССОВ КАУФМАНА И ГРЕЙГА К ВИРУСУ ПЕСТРОЛЕПЕСТНОСТИ

Введение. Болезням подвержены все культурные растения. Одним из сдерживающих факторов в развитии промышленного цветовод-

ства являются фитопатогенные микроорганизмы, которые не только снижают декоративность и продуктивность растений, но и нередко вызывают их гибель. Особенно опасны они в го-

родских зеленых насаждениях, где растения ослаблены специфическими условиями произрастания и поэтому в большей мере подвержены болезням [1].

Одно из перспективных направлений в разработке альтернативных методов защиты растений – повышение болезнеустойчивости растений [2] под влиянием внешних факторов (без изменения генома). Оно получило название приобретенной или индуцированной устойчивости [3]. Факторы, воздействие которых на семена или растения приводит к повышению устойчивости растений, называются индукторами. Приобретенная устойчивость, как правило, неспецифична [4].

Методы получения приобретенной устойчивости зависят от вида индуктора и могут быть биотической и абиотической природы. К биотическим индукторам относятся грибы, бактерии, вирусы и их продуценты. К абиотическим индукторам относятся химические вещества (биорегуляторы) или их смеси и физические средства (облучение, закаливание, воздействие магнитным полем, ультразвуковыми колебаниями). Биорегуляторы, в отличие от широко применяющихся в настоящее время биоцидов, не обладают прямым действием на патоген, а повышают устойчивость растений к заболеваниям, воздействуя на патоген опосредствованно через растение.

В последнее время синтезирован ряд физиологически активных веществ различной химической природы, обладающих полифункциональным влиянием. В литературе [5–6] отмечается, что одним из результатов применения регуляторов роста является их способность защищать растения от болезней. Стимулируя собственный иммунитет растений, регуляторы роста позволяют индуцировать комплекс неспецифической устойчивости ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения, а также к другим неблагоприятным факторам среды (засуха, низкие и высокие температуры, стрессы).

При этом было показано, что биологически активные вещества растительного происхождения обладают исключительно широким спектром биологической активности и способны влиять на различные физиологические процессы в растении. Такие препараты экологически безопасны, их производство хорошо обеспечено сырьем и не требует больших затрат.

В последнее время большой интерес представляют биологически активные вещества растительного происхождения: брассиностероиды, вещества, полученные на основе вытяжек из торфа, солода, гречихи и др. Способность брассиностероидов и их ближайших структурных

аналогов в очень низких концентрациях стимулировать рост и развитие растений вызвала интерес к их практическому использованию уже на начальном этапе исследований [7].

Несмотря на большое число работ по влиянию биологически активных веществ на устойчивость растений к различным заболеваниям, влияние используемых в данной работе веществ на устойчивость тюльпанов класса Кауфмана и класса Грейга в условиях Беларуси не изучено. Поэтому изучение защитного действия, как одного из аспектов применения БАВ на тюльпанах, весьма актуально. Они могут внести существенный вклад в решение проблемы защиты растений от болезней.

Цель исследований – изучение влияния биологически активных веществ (эпибрассинолида, гомобрассинолида, гидрогумата, мальтамина, гаранта, сфагнина, таболина) на устойчивость тюльпанов классов Кауфмана и Грейга к вирусу пестролепестности.

Объекты и методы исследования. Опыты по изучению влияния биологически активных веществ на устойчивость сортов тюльпанов классов Кауфмана и Грейга к вирусу пестролепестности проводились в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси на коллекционных участках в 2003–2006 гг. Нами в течение 3 лет изучено защитное действие регуляторов роста на различных частях растений в период вегетации и хранения.

Мы исследовали применение регуляторов роста растений по следующей схеме: контроль (без обработки); брассиностероиды – эпибрассинолид (ЭБ) и гомобрассинолид (ГБ) в концентрациях: 0,1 мг/л, 0,05 мг/л, 0,01 мг/л; гидрогумат; мальтамин; гарант; сфагнин; таболин; сочетания эпибрассинолида в концентрации 0,05 мг/л с гидрогуматом, мальтамином, гарантом, сфагнином, таболином.

Обработку растений биологически активными веществами осуществляли комплексно: замачивали луковицы тюльпанов непосредственно перед посадкой на 2 ч в растворах с указанной концентрацией и трехкратно обрабатывали растения в период вегетации методом опрыскивания наземных вегетативных органов до полного смачивания листовой поверхности в период отрастания, бутонизации и цветения. Повторность опытов трехкратная.

Объектами исследования служили 42 перспективных сорта тюльпанов, относящихся к двум классам: классу Грейга и классу Кауфмана. Сорта тюльпанов класса Кауфмана: Berlioz, Brilliant, Coccinea, Corona, Daylight, Duplosa, Gluck, Giuseppe Verdi, Fair Lady, Fashion, Lady Rose, Scarlet Baby, Stresa, Shakespeare, Showwinner, The First, Vivaldi, Whisper, Zoy Bells, Аис-

тенок. Сорты тюльпанов класса Грейга: Addis, Ali Baba, Echo, Grand Prestige, Mary Ann, Odessa, Oriental Beauty, Oriental Splendour, Pandour, Perlina, Plaisir, Princesse Charmante, Red Riding Hood, Toronto, Tschalkovsky, Miscodeed, Segwin, Zampa, March of Time, Queen Ingrid, Rosanna. Исходный материал получен из различных, преимущественно европейских стран.

Выбор участка, подготовка почвы и посадка луковиц тюльпанов проведены на основе «Методики первичного сортоизучения тюльпанов», составленной в НИИ Горного садоводства и цветоводства [8]. Поражение тюльпанов вирусом пестролепестности определяли посредством визуальной диагностики с использованием «Атласа вирусных и микоплазменных болезней декоративных растений» [9]. Метеорологический анализ проведен на основе данных Минской метеостанции в 2003–2006 гг. Достоверность средних многолетних показателей полевых опытов при обработке результатов исследования определена методом дисперсионного анализа с помощью пакета Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. Тюльпаны поражаются несколькими вирусными болезнями. Наибольший вред культуре приносит пестролепестность, которая повсеместно распространена. Возбудитель – *Tulipa virus I* Smith [10]. Вирусы, поражающие тюльпаны, относятся к группе *potyviruses*, а в качестве «хранительницы» информации выступает РНК [11]. В результате обследования коллекции тюльпанов в Главном Ботаническом Саду (Москва) установлено, что чаще встречается комплексная инфекция. На одном сорте выявлено от 2 до 6 патогенов. Дикие виды тюльпанов также поражаются вирусом пестролепестности [12].

Частицы вируса пестролепестности тюльпана нитевидные, длиной около 760–800 нм. Точка температурной инактивации изолятов равна 70–75°C, длительность сохранения инфекционности в соке при комнатной температуре 4 дня [13].

Заражение происходит при попадании сока больных растений на сок здоровых при срезке цветов, повреждении орудиями труда, трении листьев друг о друга. Разносчиками вируса во время вегетации являются тли. Если заражение вирусом произошло менее чем за 11 дней до цветения, пестролепестность не возникает, а проявляется на будущий год [14].

При заражении вирусный белок активно воздействует на клеточный метаболизм, вызывая ответную реакцию. Происходит перестройка пигмента антоциана в эпидермисе лепестков, в связи с этим появляются полосы, пятнышки, штрихи. Пестролепестность бывает двух типов: в первом случае на лепестках бледнеет индивидуальная сортовая окраска и появляются жел-

товатые или белые полосы различной конфигурации, во-втором случае штрихи и полосы окрашены в более темный, чем основной фон цвет. Последний тип особенно свойственен сортам с темно-красной окраской цветков. На листьях некоторых растений появляется мозаичная слабая крапчатость и штриховатость, мозаика [15]. Лепестки таких цветков имеют более удлиненную форму, чем у здоровых, сами растения нередко отстают в росте. Вес больных луковиц снижается. Пестролепестность снижает декоративные качества тюльпанов, лишая их окраски, присущей сорту. У белых и желтых цветков пятнистость менее заметна. Пораженные растения постепенно слабеют и зацветают на 7–10 дней позднее по сравнению со здоровыми [16].

В зависимости от сорта, времени года, температуры и других факторов симптомы заболевания могут варьировать или маскироваться. Как свидетельствуют имеющиеся в литературе данные, условия окружающей среды оказывают значительное влияние на вирулентность патогенных микроорганизмов. С повышением температуры и снижением относительной влажности отмечается тенденция к повышению восприимчивости растений. Установлена тесная положительная связь устойчивости к вирусу с суммой осадков, и отрицательная – с суммой температур воздуха [17]. Одним из факторов, влияющих на восприимчивость и степень проявления болезни, является обеспечение растений отдельными элементами питания. Подкормки микроэлементами, умеренная освещенность и температура способствуют интенсивному проявлению симптомов вирусных болезней, что, в свою очередь, обеспечивает более полную выбраковку больных растений и приводит к снижению общего уровня заражения посадок. Установлено, что воздействие биофизических факторов на луковицы тюльпана с целью оздоровления их от вирусной инфекции не дает высокого эффекта [1].

В настоящее время наиболее эффективный метод борьбы с пестролепестностью – удаление больных растений вместе с луковицами. Особенностью вирусов является то, что, проникнув однажды в растение, они распространяются по нему и сохраняют жизнеспособность до гибели своего хозяина. Поэтому все вегетативное потомство больного растения оказывается зараженным. Луковицы и детки, в тканях которых сохраняется вирус, являются источниками инфекции.

Основное внимание в борьбе с вирусной инфекцией тюльпанов должно быть направлено на предупреждение заражения. Это соблюдение санитарно-профилактических мероприятий при уходе за растениями и срезке цветов, выбраковка больных растений с появлением пер-

вых признаков поражения, оптимальные сроки выкопки луковиц, культурообороты, регулярная борьба с тлей и другими насекомыми-переносчиками вирусов в период вегетации растений и особенно в послеуборочный период [1; 10; 18].

Ежегодные подкормки растений микроэлементами в сочетании с санитарно-профилактическими мероприятиями позволяют значительно снизить степень поражения растений тюльпанов вирусной инфекцией [1]. Некоторые исследователи считают, что введение в культуру устойчивых сортов является наиболее радикальным средством в системе защиты растений от вирусных эпифитотий [15].

Сорта изучаемых классов тюльпанов в меньшей степени поражаются пестролепестностью, по сравнению с сортами других классов [10; 15; 17]. Меньшее поражение ранних сортов связано с тем, что в период наибольшей восприимчивости тюльпана к пестролепестности еще отсутствуют насекомые-переносчики возбудителя болезни. Они обычно появляются позже, после отделения замещающей луковицы и деток, когда вирус уже не может в них проникнуть.

На рисунке 1 представлены результаты визуальной оценки пораженности опытных растений тюльпанов вирусными заболеваниями. Полученные данные показывают, что максимальное снижение пораженности растений на 8–15% отмечено в вариантах с применением препаратов эпибрассинолид с различной концентрацией (0,01 мг/л, 0,1 мг/л, 0,05 мг/л), мальтамин. Другие изучаемые фиторегуляторы не оказали зна-

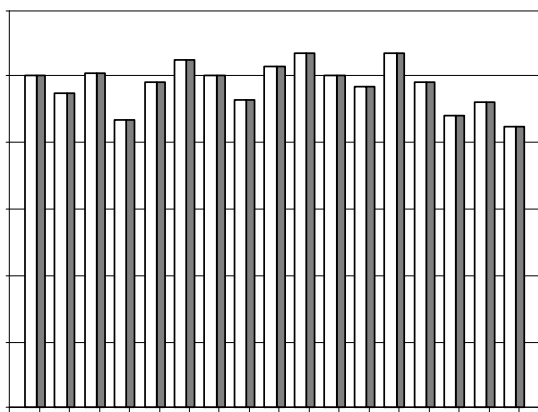


Рисунок 1 – Результаты визуальной оценки на степень поражения растений тюльпанов пестролепестностью 2004–2006 гг. (процент к контролю):

- 1 – контроль, 2 – гарант, 3 – гидрогумат, 4 – мальтамин, 5 – сфагнин, 6 – таболлин, 7 – гарант и эпибрассинолид, 8 – гидрогумат и эпибрассинолид, 9 – мальтамин и эпибрассинолид, 10 – сфагнин и эпибрассинолид, 11 – таболлин и эпибрассинолид, 12 – гомобрассинолид 0,01 мг/л, 13 – гомобрассинолид 0,05 мг/л, 14 – гомобрассинолид 0,1 мг/л, 15 – эпибрассинолид 0,01 мг/л, 16 – эпибрассинолид 0,05 мг/л, 17 – эпибрассинолид 0,1 мг/л.

чительного влияния на пораженность растений вирусными заболеваниями. На протяжении всех лет исследований на растениях нашей коллекции в основном проявлялись типичные признаки вирусного заболевания: на лепестках бледнела индивидуальная сортовая окраска и появлялись желтоватые или белые полосы различной конфигурации; на лепестках появлялись штрихи и полосы, окрашенные в более темный, чем основной фон, цвет; на листьях появлялась мозаичная слабая крапчатость и штриховатость, мозаика. В отдельных случаях наблюдалось незначительное количество растений с нетипичными признаками вирусносительства: изрезанностью края лепестков, узколепестностью.

Между поражаемостью отдельных сортов в пределах каждого садового класса существуют значительные различия [1; 15].

Нами установлено, что наиболее устойчивы сорта Brilliant, Whisper, Scarlet Baby, Oriental Beauty. Наиболее восприимчивы к вирусным заболеваниям по сравнению с другими сортами в опыте Zoy Bells, Coccinea, Giuseppe Verdi. Иммуных сортов не выявлено.

Наблюдались различия по степени поражения вирусом в зависимости от условий года. Меньше всего изучаемые сорта поражались в 2005 г., количество пораженных растений в этот год составило в среднем 8%. Максимально растения поражались вирусной инфекцией в засушливый 2004 год. Количество больных растений доходило до 40% на сортах Zoy Bells, Coccinea, Giuseppe Verdi и в среднем составило 14%.

Визуальная оценка растений тюльпанов показывает приближенный уровень пораженности вирусными болезнями, так как некоторые из них могут находиться в растениях в латентной форме. Реальный уровень вирусной инфекции, а также более достоверно определить влияние фиторегуляторов на пораженность растений вирусными болезнями позволяет только анализ листовых проб растений методами серологического и иммуноэлектронно-микроскопического анализа вирусной инфекции, которые используются в вирусологии.

Заклучение. Результаты наших исследований позволяют сделать вывод, что обработка луковиц и растений тюльпанов класса Кауфмана и класса Грейга фиторегуляторами дает возможность более «экологично» повысить устойчивость растений и луковиц к вирусу пестролепестности в период вегетации, получить более качественный урожай луковиц. Лучшие результаты получены при использовании эпибрассинолида с различной концентрацией и мальтамина. Проведенные исследования показали, что наиболее устойчивы сорта Brilliant, Whisper, Scarlet Baby, Oriental Beauty.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савенкова, Н.С. Важнейшие вирусные болезни тюльпана в БССР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.1.11 / Н.С. Савенкова. – Минск, 1986. – 131 л.
2. Индуцированная устойчивость к облигатным биотрофным патогенам листьев / Ф. Штейнбек, У.И. Штайнер [и др.]. – Аграрная наука, 1993. – П. 6. – С. 22–24.
3. Механизмы индуцирования элиситорами системной устойчивости растений к болезням / О.Л. Озерецковская, Л.И. Ильинская, Н.И. Васюкова // Физиология растений. – 1994. – № 4. – Т. 41. С. 626–633.
4. Smith, I.A. Rapid induction of systemic resistance in cucumber by *Pseudomonas Syringae* pv. *Syringae* / I.A. Smith, R. Hammerschmidt, D.W. Fulbright // *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 1998. – P. 223–235.
5. Влияние элибрассинолида на рост, развитие и продуктивность черенковых регенератов меристемных растений картофеля / Т.Г. Янчевская, Н.А. Копылова, Т.Б. Макарова // Весті Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2006. – № 1. – С. 23–26.
6. Влияние физиологически активных веществ на начальные фазы роста и развития льна-долгунца / И.А. Жарина, В.П. Деева // Весті Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2004. – № 1. – С. 54–57.
7. Maugh, T.H. // *Science*. – 1981. – № 4490. – Vol. 212. P. 33–34
8. Методика первичного сортоизучения тюльпанов / М-во с.-х. СССР, НИИ горного садоводства и цветоводства; сост.: В.И. Болгов, Ю.Ф. Кулибаба. – Сочи, 1983. – 15 с.
9. Зирка, Т.И. Атлас вирусных и микоплазменных болезней декоративных растений / Т.И. Зирка. – Киев: Наукова Думка, 1984. – С. 5–18.
10. Горленко, С.В. Защита луковичных и клубнелуковичных культур от болезней и вредителей / С.В. Горленко, Н.А. Панько. – Минск: Наука и техника, 1977. – 204 с.
11. Васильев, О. Пестрая чума / О. Васильев, Л. Васильев // Приусадебное хозяйство. – 1998. – № 4. – С. 86–88.
12. Проценко, А.Е. Пестролепестность тюльпанов / А.Е. Проценко, В.М. Шатрова // Цветоводство. – 1975. – № 8. – С. 22.
13. Савенкова, Н.С. Важнейшие вирусные болезни тюльпана в БССР: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук: 06.1.11 / Н.С. Савенкова; БелНИИ картофелеводства и плодоовощеводства. – Минск, 1987. – 18 с.
14. Мэтьюз, Р. Вирусы растений / Р. Мэтьюз; под ред. И.Г. Атабекова. – М.: Мир, 1973. – 206 с.
15. Рыженкова, Ю.И. Характеристика устойчивости садовых класов тюльпана к вирусу пестролепестности / Ю.И. Рыженкова, Н.В. Войнило // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – № 2. – С. 58.
16. Виллемсон, С.В. Вирозы цветочно-декоративных растений / С.В. Виллемсон // Защита и карантин растений. – 1996. – № 2. – С. 36–39.
17. Мухина, О.А. Совершенствование ассортимента ранневесенних луковичных и клубнелуковичных цветочных культур в условиях лесостепной зоны Алтайского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / О.А. Мухина. – Барнаул, 2004. – 192 л.
18. Кудрявцева, В.М. Селекция тюльпанов / В.М. Кудрявцева. – Минск: Наука и техника, 1978. – 125 с.

SUMMARY

Results of learning influence of biological active stuffs epibrassinosteroides are observed, gomobrassinosteroides, garant, hidrogumat, maltamin, sfagnin, tabolin and their combination by instable Tulips kaufmanniana and greigii for Tulip breaking virus. The protection of tulips is due to the following reasons Tulip breaking virus. The isolated more effective biological active stuffs, influence on instable Tulips kaufmanniana and greigii for Tulip breaking virus are distinguished.

УДК 597.8

И.И. Обухович, О.В. Янчуревич, А.В. Рыжая, А.В. Хандогий

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЗЕЛЕННЫХ ЛЯГУШЕК С ЖЕРТВАМИ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО ЛАНДШАФТА

Введение. Изучение спектров питания является важным компонентом методик по исследованию экологии видов, так как дает возможность проанализировать состояние трофических связей в биоценозах. В то же время изучение трофики видов формирует представление об экологической обстановке изучаемого биотопа в целом, позволяет дать оценку и изучить биоразнообразие, особенности и степень влияния различных антропогенных факторов. В этом отношении важной исследовательской проблемой является выяснение влияния антропогенной нагрузки на видовое разнообразие пищевых объектов зеленых лягушек в условиях урбанизированных ландшафтов. Серия работ, касающихся вопросов питания фоновых видов земноводных на

мелиорированных и немелиорированных участках пойменных зон междуречья Березины и Днепра выполнена в Гомельском университете. Среди этих исследований следует отметить работы Е.Е. Падутова, посвященные трофике земноводных [1]; А.Е. Падутова по вопросам пищевой специализации и биоценолотическому размещению бурых лягушек [2], функциональным связям разных видов амфибий с хищниками и жертвами [3–7]. Вместе с тем нет достаточно полных аналитических работ по трофике земноводных в водоемах крупных городов Беларуси [8–11]. Полностью отсутствуют литературные данные по Гродненскому району и г. Гродно.

Учитывая вышеизложенное, цель представленных исследований – изучение питания зеленых лягушек г. Гродно и его окрестностей. Важ-

нейшими исследовательскими задачами были выявление водоемов с различной степенью антропогенной нагрузки как мест проведения исследований; изучение спектров питания зеленых лягушек и их трофических связей с жертвами, а также выявление влияния антропогенной нагрузки на трофические связи зеленых лягушек с жертвами.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2005–2006 гг. на территории г. Гродно и его окрестностей. Город является крупным индустриальным центром Беларуси, располагающим 70-ю промышленными предприятиями. Общая площадь городских земель составляет 5,7 тыс. га.

В качестве объекта исследований выбрали зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) как наиболее распространенных земноводных в данной местности [8]. Комплекс зеленых (или водных) европейских лягушек включает (по современным представлениям) два обычных менделевских вида – озерную (*Rana ridibunda* Pall.) и прудовую лягушек (*R. lessonae* Cam.), а также форму гибридного происхождения – съедобную лягушку (*R. esculenta* L.) [12–13]. Все три перечисленные формы обитают совместно на значительной части своих ареалов [14]. Они являются экологически пластичными видами и часто встречаются в различных водоемах, расположенных в городской черте [8], охотно заселяют искусственно созданные водоемы – каналы, водохранилища [15–16].

Степень антропогенной нагрузки на водоемы определяли, согласно балльной оценке, предложенной О.В. Янчуревич, для городских водоемов [17]. Вдоль береговой линии из каждого водоема отлавливали зеленых лягушек вручную и с помощью стандартного водного сачка. Прижизненно определяли вид и пол особей, а также измеряли длину их тела с помощью штангенциркуля. После фиксации животных отдельно исследовали содержимое желудка каждой лягушки методом вскрытия желудочно-кишечного тракта с последующим анализом его содержимого. Нами проанализировано 45 желудков лягушек, в 35 из которых обнаружена пища. Определение пищевых объектов проводили с помощью определителей беспозвоночных, а также при помощи консультаций специалистов. В связи со сложностью определения пищевых объектов, часть которых находилась в желудках лягушек во фрагментарном состоянии, большинство жертв определено нами только до семейства. Поэтому при расчетах за наименьшую таксономическую единицу принималось семейство, или более высокие таксоны, представители которых не могли быть определены до семейства. Трофические спектры амфибий описывали по таксо-

нам объектов питания в виде долей по числу жертв разных категорий. Для характеристики трофических спектров нами рассчитаны индексы видового разнообразия Шеннона, видового богатства Маргалеффа и индекс разнообразия Симпсона [18]. Степень сходства спектров определяли по индексу сходства Мориситы (I_{λ}) [19].

Результаты исследований. Для проведения исследований на территории города нами были выбраны три стационарных водоема: водоем естественного происхождения с низкой степенью антропогенной нагрузки (9 баллов) – старица р. Лососно (В1), пруд биологической очистки ГПО «Азот» (В2) и пруд биологической очистки ОАО «Гродненский мясокомбинат» (В3), которые имеют искусственное происхождение и высокую степень антропогенной нагрузки (22 и 25 баллов соответственно).

Как показали результаты проведенных исследований, в целом по водоемам в спектре питания зеленых лягушек преобладают *Insecta* (91,45%), кроме того, в рационе встречаются *Arachnida* (3,42%), *Gastropoda* (1,71%), *Osteichthyes* (1,71%), *Hirudinea* (0,85%) и *Turbellaria* (0,85%). Из насекомых по относительному количеству преобладают представители отрядов *Coleoptera* (31,78%), *Hemiptera* (28,04%) и *Hymenoptera* (23,36%).

Среди представителей отряда *Coleoptera* было определено 10 семейств: *Curculionidae* (*Otiorynchus* sp., *Pisodes* sp., *Sitona* sp.) (23,53%), *Carabidae* (*Calathus* sp., *Platysma* sp., *Harpalus* sp.) (17,65%), *Chrysomelidae* (*Donacia* sp.) (14,70%), *Coccinellidae* и *Gyrinidae* (по 8,82%), *Byrrhidae* (5,88%), *Cantharididae*, *Cerambycidae*, *Staphylinidae* и *Histeridae* (по 2,94%) (% по отряду).

Из отряда *Hemiptera* выявлено 4 семейства, среди которых *Gerridae* (*Aquarius* sp., *Gerris* sp.) составили 76,67%, *Notonectidae* (*Notonecta* sp.) – 13,33%, *Nepidae* (*Nepa* sp.) – 6,67%, *Naucoridae* (*Ilicoris* sp.) – 3,33%. Из отряда *Hymenoptera* отмечено 2 семейства, где *Formicidae* (*Lasius* sp., *Myrmica* sp.) составили 92% и *Tenthredinidae* – 4%. Большим разнообразием отличается отряд *Diptera* (10,28%), в котором нами определены представители шести семейств: *Culicidae* (27,27%), *Calliphoridae* (18,18%), *Stratiomyidae* (18,18%), *Chironomidae*, *Tabanidae* и *Syrphidae* (по 9,09%) (% по отряду).

Также в числе жертв присутствуют представители отрядов *Diptera* (10,28%), *Lepidoptera* (5,61%), *Odonata* (0,93%). Всего определили представителей шести отрядов класса *Insecta*.

При анализе степени сходства спектров питания *Rana esculenta* complex по водоемам было показано малое соответствие для В1–В2 ($I_{\lambda}=0,33$), и В2–В3 ($I_{\lambda}=0,45$), между водоемами В1 и В3 ($I_{\lambda}=0,70$) наблюдается высокое соответствие.

Среди отрядов насекомых на В1 доминирует *Coleoptera* (47,73%); В2 – *Coleoptera* (33,33%) и *Hymenoptera* (33,33%); В3 – *Hemiptera* (28,57%) и *Hymenoptera* (25,00%) (таблица 1).

Среди семейств *Insecta* в водоемах доминируют: *Gerridae* (В1 – 22,73%, В3 – 23,21%), *Formicidae* (В2 – 22,22%, В3 – 25%), *Curculionidae* (В2 – 22,22%) (таблица 1).

В желудках двух зеленых лягушек из В3 обнаружили остатки мальков. Длина одного из мальков составила 44 мм при длине тела земноводного 65 мм, т. е. практически 2/3 длины тела лягушки.

Данные по спектру питания зеленых лягушек, которые проанализированы нами, сходны с результатами А.Г. Банникова [20], полученными

Таблица 1 – Разнообразие пищевых объектов в рационе зеленых лягушек г. Гродно (n=45)

Таксон	Стадия	Название водоема					
		В1 (n=15)		В2 (n=15)		В3 (n=15)	
		Экз	%	Экз	%	Экз	%
Annelida (Кольчатые черви)							
Hirudinea (Пиявки)		1	2,27				
Plathelminthes (Плоские черви)							
Turbellaria (Ресничные черви)		1	2,27				
Tricladida (Планарии)		1	2,27				
Mollusca (Моллюски)							
Gastropoda (Брюхоногие)						2	3,57
Bithyniidae (Битинии)						2	3,57
Arthropoda (Членистоногие)							
Arachnida (Паукообразные)							
Aranei (Пауки)						4	7,14
Lycosidae (Пауки-волки)						3	5,36
Pisauridae (Пауки бродячие)						1	1,79
Insecta (Насекомые)		42	95,45	18	100,00	46	82,14
Coleoptera (Жуки)		21	47,73	6	33,33	8	14,29
Cantharidae (Мякотелки)	im.					1	1,79
Carabidae (Жужелицы)	im.	4	9,09	1	5,56	1	1,79
Cerambycidae (Усачи)	im.					1	1,79
Coccinellidae (Божьи коровки)	im.	2	4,55			1	1,79
Curculionidae (Слоники)	im.	3	6,82	4	22,22	1	1,79
Staphylinidae (Хищники)	l.					1	1,79
Vyrrhidae (Пиллюльщики)	im.	2	4,55				
Chrysomelidae (Листоеды)	im.	5	11,36				
Gyrinidae (Вертячки)	im.	3	6,82				
Histeridae (Карапузики)	im.	1	2,27				
Diptera (Двукрылые)		3	6,82			8	14,29
Calliphoridae (Мухи мясные)	im.					2	3,57
Chironomidae (Звонцы)	im.					1	1,79
Culicidae (Настоящие комары)	l.					3	5,36
Stratiomyidae (Львинки)	l.					1	1,79
Stratiomyidae (Львинки)	im.	1	2,27				
Tabanidae (Слепни)	im.					1	1,79
Syrphidae (Журчалки)	im.	1	2,27				
Hemiptera (Клопы)		12	27,27	2	11,11	16	28,57
Gerridae (Водомерки)	im.	10	22,73			13	23,21
Naucoridae (Плавты)	l.					1	1,79
Notonectidae (Гладыши)	im.	2	4,55			2	3,57
Nepidae (Водяные скорпионы)	im.			2	11,11		
Hymenoptera (Перепончатокрылые)		5	11,36	6	33,33	14	25,00
Formicidae (Муравьи)	im.	4	9,09	4	22,22	14	25,00
Tenthredinidae (Пилильщики)	l.			1	5,56		
Lepidoptera (Чешуекрылые)				4	22,22	2	3,57
Pieridae (Белянки)	l.			1	5,56	2	3,57
Psychidae (Мешочницы)	l.			3	16,67		
Odonata (Стекозы)	im.	1	2,27				
Chordata (Позвоночные)							
Osteichthyes (Костные рыбы)						2	3,57

Примечание: im. – имаго; l. – личинка.

для *R. ridibunda*, согласно которым этот вид чаще кормится *Coleoptera*, *Hymenoptera* и *Diptera*. Они аналогичны с результатами исследований других авторов, отмечающих, что в различные периоды сезона в питании озерной лягушки преобладают представители отрядов *Diptera*, *Hymenoptera* и *Coleoptera* (21,2%, 19,8% и 18,7% соответственно). Значительно в рационе представлены *Hemiptera*, *Chordata* и *Arachnida* (9,9%, 7,1% и 6,5% соответственно). Среди беспозвоночных животных рациона по видовому разнообразию отличается отряд *Coleoptera*. В этой группе преобладают представители семейств *Carabidae* (23,1%), *Dytiscidae* (18,3%) и *Chrysomelidae* (19,5%). Из водных беспозвоночных в желудках встречаются *Oligochaeta*, различные виды *Hirudinea*, *Crustacea*, *Arachnida* (*Hydracarina*), *Odonata*, *Ephemeroidea* и *Trichoptera* [14]. В сравнении с литературными данными отмечается значительное доминирование *Hemiptera*, а также преобладание в отряде *Coleoptera* представителей семейства *Curculionidae* и отсутствие представителей семейства *Dytiscidae*. Разнообразие водных беспозвоночных в целом ниже.

Используя полученные результаты, мы проанализировали влияние антропогенной нагрузки на видовое разнообразие пищевых объектов зеленых лягушек из исследуемых водоемов. Видовое разнообразие уменьшается в ряду В1 ($H_s=3,01$; $D=13,71$), В3 ($H_s=2,89$; $D=11,66$), В2 ($H_s=2,01$; $D=6,48$), таким же образом изменяется и видовое богатство: В1 (6,72), В3 (6,52), В2 (2,77) (рисунок 1).

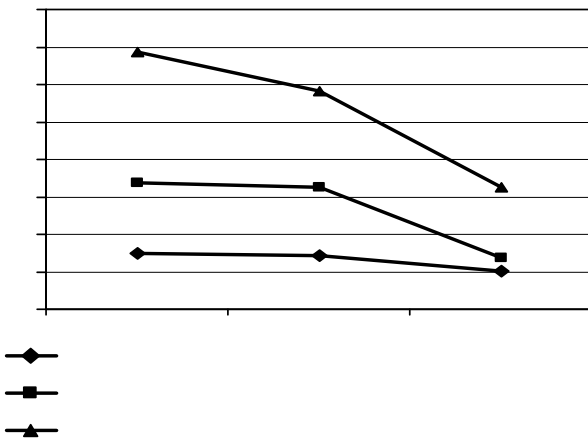


Рисунок 1 – Изменение видового разнообразия и видового богатства беспозвоночных водоемов В1, В2, В3.

Поскольку видовое разнообразие и число видов объектов питания уменьшаются с возрастанием антропогенной нагрузки [18], то, согласно нашим результатам, антропогенная нагрузка возрастает в направлении В1→В3→В2, что и отражает балльная оценка степени антропогенной нагрузки на водоемы: В1–9 → В3–22 → В2–25, где балл возрастает с ростом антропогенного воздействия (рисунок 2).

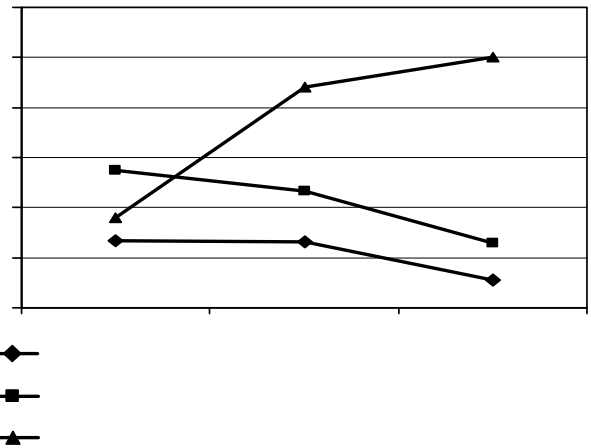


Рисунок 2 – Зависимость видового разнообразия и величины антропогенного влияния на водоемах В1, В2, В3.

Таким образом, водоем естественного происхождения с наименьшей антропогенной нагрузкой и старица р. Лососно (В1) характеризуется относительно высоким видовым разнообразием пищевых объектов. Пруды биологической очистки Мясокомбината (В3) и ГПО «Азот» (В2), которые имеют высокую степень антропогенной нагрузки, располагаются на сильно урбанизированной территории и характеризуются невысоким видовым разнообразием объектов питания.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Исследованные водоемы характеризуются различной степенью антропогенной нагрузки: наименее урбанизирована старица р. Лососно (В1) (9 баллов); пруды биологической очистки Мясокомбината (В3) и ГПО «Азот» (В2) имеют высокую степень антропогенной нагрузки (22 и 25 баллов соответственно).

2. В питании зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) доминируют следующие отряды класса *Insecta*: *Coleoptera*, *Hemiptera*, и *Hymenoptera*. Наиболее многочисленны в отряде *Hemiptera* представители семейства *Gerridae*, в отряде *Hymenoptera* – представители семейства *Formicidae*. Постоянно в рационе зеленых лягушек встречаются беспозвоночные семейств *Carabidae*, *Curculionidae* и *Formicidae*.

3. Видовое разнообразие и число жертв в рационе амфибий уменьшается с возрастанием степени антропогенной нагрузки и возрастает при уменьшении антропогенного воздействия.

Таким образом, работа дает представление о рационе зеленых лягушек, широко распространенных в Беларуси на урбанизированных территориях. Полученные данные важны для изучения экологии соответствующего комплекса. Кроме того, они могут быть использованы для исследования состояния трофических связей в биоценозах и экологической обстановки изучаемых биотопов, состояния биоразнообразия беспозвоночных данного биотопа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Падутов, Е.Е. Особенности питания озерной лягушки на рыбоводных прудах разного типа / Е.Е. Падутов // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование. – Гомель, 1982. – С. 32–33.
2. Падутов, Е.Е. К вопросу о пищевой специализации бурых лягушек на мелиорационных каналах и в окружающих угодьях / Е.Е. Падутов, А.Е. Падутов // Вопросы герпетологии. – Л., – С. 99–100.
3. Падутов, А.Е. Биомасса и соотношение основных групп кормов, изымаемых лягушками в мелиорированных и немелиорированных болотах Полесья / А.Е. Падутов // Проблемы почвенной зоологии. – Ашхабад, 1984. – С. 40–41.
4. Падутов, А.Е. Земноводные как кормовая база хищных млекопитающих на мелиорированных территориях / А.Е. Падутов // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование. – Гомель, 1988. – С. 104–105.
5. Падутов, А.Е. К вопросу о питании чесночницы обыкновенной (*Pelobates fuscus*) / А.Е. Падутов // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование. – Гомель, 1988. – С. 106–107.
6. Падутов, А.Е. Экосистемная роль массовых видов лягушек в мелиорированных и немелиорированных угодьях / А.Е. Падутов // Животный мир Белорусского Полесья, охрана и рациональное использование. – Гомель, 1988. – С. 107–108.
7. Падутов, А.Е. Трофическая нагрузка бесхвостых земноводных в мелиорированных и немелиорированных угодьях / А.Е. Падутов // Динамика зооценозов, проблемы охраны и рационального использования животного мира Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1989. – С. 279–280.
8. Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик. – Минск: Наука и техника, 1985. – 191 с.
9. Новицкий, Р.В. Анализ спектров питания амфибий охраняемых и урбанизированных ландшафтов Беларуси и восточной Польши / Р.В. Новицкий // Экологические и нравственные проблемы особо охраняемых природных территорий. – Минск, 2000. – С. 74–75.
10. Новицкий, Р.В. Экологический подход в оценке спектров питания амфибий и оптимальная выборка / Р.В. Новицкий // Антропогенная динамика ландшафтов и проблема сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия. – Минск: БГПУ, 2002. – С. 17–18.
11. Новицкий, Р.В. Сравнительный анализ спектров питания бесхвостых земноводных в естественных и трансформированных угодьях Беларуси и Польши // Весті НАН Беларусі – Серія біял. навук. – 2006. – № 4. – С. 45–50.
12. Лада, Г.А. Смешанные популяционные системы REL – типа зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) в пойменных биогеоценозах реки Воронеж (Липецкая и Тамбовская области) // Вопросы герпетологии. Пушино [Электронный ресурс] – М., 2001. – Режим доступа: [htt: // ecoinf.uran.ru/library/notes/N00002/index.html](http://ecoinf.uran.ru/library/notes/N00002/index.html).
13. Ручин, А.Б. и др. Морфологическая изменчивость, размер генома и популяционные системы зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) Мордовии // Бюллетень МОИП, отд. биол. – 2005. – Т. 110. – Вып. 2. – С. 3–10.
14. Ручин, А.Б. Трофическая роль озерной лягушки *Rana ridibunda* (*Anura, Ranidae*) в околосводных экосистемах / А.Б. Ручин, М.К. Рязков // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах: материалы II Междунар. науч. конф. – Днепропетровск, 2003. – С. 247–248.
15. Орлова, В.Ф. Природа России: жизнь животных. Земноводные и пресмыкающиеся / В.Ф. Орлова, Д.В. Семенов – М.: «ООО Фирма «Издательство АСТ»», 1999. – 480 с.
16. Земноводные. Паузуны: энцикл. давед. / пад рэд. чл.-кар. АН Беларусі М.М. Пікуліка. – Минск: БелЭн, 1996. – 240 с.
17. Янчуревич, О.В. К вопросу классификации водоемов по степени урбанизации // Экологической науке – творчество молодых: Материалы II регион. науч.-практ. конф. ведущ. спец., асп. и студ., Гомель, апр. 2002. – Гомель, 2002. – С. 95–96.
18. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны: пер. с нем / Б. Клауснитцер. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
19. Кузьмин, С.Л. Трофология хвостатых земноводных. Экологические и эволюционные аспекты / С.Л. Кузьмин. – М., 1992. – 168 с.
20. Банников, А.Г. и др. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А.Г. Банников, И.С. Даревский, В.Г. Ищенко, А.К. Рустамов, Н.Н. Щербак. – М.: Просвещение, 1977. – 416 с.

SUMMARY

As a result of research of a green frogs complex diet in Grodno region (Belarus) it is revealed, that in a diet of this amphibians the insects prevail (91,5%), also there are spiders (3,4%), mollusks (1,7%), young fishes (1,7%), leeches (0,9%) and flat worms (0,9%). The representative of Coleoptera (31,78%), Hemiptera (28,04%) and Hymenoptera (23,36%) orders dominate over other insects. The differentiation of green frogs diet strongly varies in depending on a biotope type. The inverse negative relationship between amount of species diversity, number of preys in the amphibian's diet and degree of man's impact was discovered.

УДК 591.2

А.А. Саварин

О ПАТОЛОГИЧЕСКОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ БРЕГМАТИЧЕСКОЙ КОСТИ (*OS FONTICULI ANTERIORIS S. FRONTALIS*) В ЧЕРЕПЕ БЕЛОГРУДОГО ЕЖА (*ERINACEUS CONCOLOR MARTIN, 1838*) БЕЛАРУСИ

Введение. Брегатическая кость (*os fonticuli anterioris s. frontalis*) в черепе белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) впервые обнаружил Р.И. Лихотоп (1988) (видовая принадлежность ежей Украины пересмотрена [2]). Частота встречаемости данного типа вормиевых костей в своде черепа обыкновенных ежей рода *Erinaceus* варьирует от 0 до 100% [3].

Проблема происхождения добавочных костей в черепе ежей (*Erinaceidae, Insectivora*) приобретает особую остроту и актуальность. Так, согласно одной точке зрения, брегатическая кость является проявлением атавизма, поэтому наличие или отсутствие данной вормиевой кости предложено использовать в качестве диагностического признака и маркера комплекса морфологических и биогеографических параметров различных таксонов р. *Erinaceus* [3]. Однако с позиции *только наследственной* природы брегатической кости, во-первых, невозможно объяснить данные по распространению ежей России и прилежащих территорий с данной добавочной костью в черепе и ее отсутствием. Во-вторых, к какому из морфотипов (с или без брегатической кости) следует отнести ежей с Воронежской и Московской областей, у которых частота встречаемости данной вормиевой кости составляет всего 60% и 22% соответственно [3, с. 73; табл. 2]. Ф.А. Темботова объясняет это наличием зоны симпатрии и гибридизацией двух морфотипов. Существует и другое мнение: брегатическая кость может иметь патологическое происхождение, поэтому появление новых точек окостенения и развитие добавочных костей представляют собой одну из форм компенсаторных процессов по уменьшению внутрочерепного давления [4–6].

Проблема этиологии добавочных костей связана со множеством других вопросов: морфологией, экологической физиологией, эволюцией и систематикой [7]. Решение этой проблемы позволит определить и степень влияния внешних факторов на формирование черепа [8–9]. Уместно напомнить, что добавочные кости в черепе человека возникают и вследствие протекания целого ряда заболеваний различной этиологии. К большому сожалению, зоологи, считающие

брегатическую кость у ежей только проявлением атавизма, не учитывают патофизиологические процессы, которые могут индуцировать появление добавочных островков окостенения. Одной из причин этого является отсутствие общепринятых методик выявления и анализа аномалий и патологий черепа млекопитающих. В этой связи сама постановка вопроса о патогенезе брегатической кости в черепе ежей является не только достаточно обоснованной, но и актуальной, учитывая, какой широкий спектр экологических проблем она затрагивает.

Материал и методы исследований. Комплексное изучение популяционных группировок белогрудого ежа Беларуси проводилось с 1995 г. по 2007 г. Сбор материала осуществлялся на территории Гомельской (районы: Гомельский, n = 250; Ветковский, n = 4, Лоевский, n = 27; Мозырский, n = 2; Речицкий, n = 31; Житковичский, n = 2), Могилевской (Могилевский район, n = 8), Гродненской (районы: Гродненский, n = 3; Островецкий район, n = 6) и Брестской (Брестский район, n = 5) областей. Просмотрена коллекция черепов (n = 16, выборки по Минской и Витебской областям) Зоологического музея Белорусского государственного университета (г. Минск). Таким образом, проанализированы краниологические особенности особей, отловленных на территории всех областей республики.

Возраст зверьков определяли по комплексу признаков: размерам, массе и окраске тела, степени стачивания зубов и окостенения черепа, промерам черепа, развитию половых органов. Часть черепов полностью разбиралась на отдельные кости с целью анализа морфологических особенностей внутренней стороны свода. Истончение костной ткани определялось путем измерения толщины свода штангенциркулем. Составлен каталог патологий и аномалий черепа белогрудого ежа региона, основными причинами которых являются деструктивные процессы в костной ткани, внутрочерепная гипертензия и нарушения кальциевого обмена [4; 6; 10 и др.]. Изучена многочисленная медицинская литература по краниологии, рентгенологии и соответствующим заболеваниям [11–14 и др.].

Обсуждение результатов. Добавочная кость, расположенная между лобными и темен-

ными костями, имеет высокую изменчивость и по форме и по размеру. Края кости не имеют ровной линии. Она может быть одиночной (из одной кости) или множественной (из нескольких более мелких). Формы одиночной кости: ромбическая, каплевидная, округлая, лентовидная, неопределенная. Брегматическая кость присутствует в абсолютном большинстве случаев у ежей Беларуси (таблица 1), встречается у особей разного пола и возраста.

Таблица 1 – Частота встречаемости брегматической кости у перезимовавших белогрудых ежей Беларуси (%)

Выборка (области)	n	Наличие кости	Отсутствие кости
Брестская	5	100	–
Гродненская	9	77,8	22,2
Минская	10	90	10
Витебская	6	83,3	16,7
Могилевская	8	100	–
Гомельская обл.	> 300	> 90	< 10

Примечание. Полученные результаты не согласуются с высказанной [3] гипотезой о наличии в Беларуси зоны симпатрии обоих морфотипов (с и без брегматической кости).

Уместно привести и следующий факт: 19.04.1998 г. поймана «брачная» пара ежей. В черепе самки имелась брегматическая кость, а в черепе самца она отсутствовала. В этой связи реальность существования морфотипов с и без брегматической кости как генетически детерминированных и в значительной степени изолированных группировок вызывает большое сомнение.

По просьбе автора, сотрудник Удмуртского государственного университета В.И. Капитонов предоставил фотографию черепа белогрудого ежа данного региона России (рисунок 1).

В сводке диагностируются патологические признаки, которые достоверно свидетельствуют о внутричерепной гипертензии: вздутие лобных костей с истончением (на рисунке 1 – темные полосы), большая брегматическая кость с удлинен-

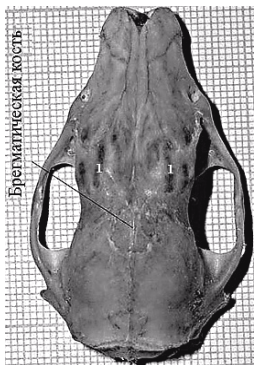


Рисунок 1 – Вздутие лобных костей с истончением (1). Белогрудый еж, Удмуртия.

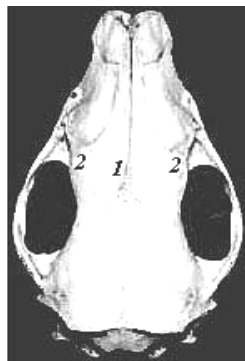


Рисунок 2 – Шиловидная брегматическая кость (1) при одновременном вздутии лобных костей (2). Белогрудый еж, Беларусь.

ным шиловидным отростком. Такая же (рисунок 2) шиловидная (длина зубца 4–5 мм и более) вормиевая кость регистрируется не менее чем в 20% случаев и у взрослых особей белогрудого ежа Беларуси. По сведениям из медицины, удлинение зубцов отмечается при медленном развитии внутричерепной гипертензии [11]. Сведения из медицинской практики согласуются с полученными нами результатами, относящимися ко времени образования такого шиловидного зубца в черепе ежа. Так, в черепе сеголеток (n = 85) такие длинные шиловидные зубцы не зарегистрированы, а небольшие (1–2 мм) отростки брегматической кости начинают образовываться к концу лета и началу осени. Из этого следует, что *зубцы формируются во время и после зимовки*. Данное обстоятельство указывает на обострение воспалительных процессов, т. е. на хроническое течение патофизиологических процессов в нейрокраниуме. Интересен тот факт, что ранее подобный вывод был сделан при анализе времени появления участков в сводке черепа без костной ткани вокруг метопического шва [4]. Такая патология обнаружена также только у зимовавших особей. Следует подчеркнуть, что *наличие шиловидного отростка брегматической кости во всех случаях сочетается с хорошо диагностируемым вздутием лобных костей, являющимся достоверным признаком внутричерепной гипертензии*.

Поражает и то, что в черепе белогрудого ежа (инв. № 34/34, музей Института зоологии им. И.И. Шмальгаузена, г. Киев), в котором Р.И. Лихотоп обнаружил брегматическую кость, также выявляется вздутие лобных костей. Приведенные факты подтверждают точку зрения, что в популяционных группировках белогрудого ежа различных регионов патологические процессы в черепе и ЦНС, течение которых может вызывать образование добавочных островков окостенения, – достаточно обычное явление.

Итак, **на патологическую природу брегматической кости в черепе белогрудого ежа Беларуси указывают следующие признаки:**

Наличие двух типов формирования множественной брегматической кости у сеголеток: вставочный и рассекающий (рисунок 3). В первом случае «вставляющаяся» кость находится первоначально ниже в сводке черепа между лобными и теменными костями, что полностью согласуется с теорией образования вормиевых костей при высоком внутричерепном давлении [13].

Во втором случае образующаяся на месте переднего родничка брегматическая кость рассекается в продольном направлении длинными глубокими трещинами, что указывает на нарушение остеогенеза. Прочность данного участка

свода при этом значительно снижается, кроме того, облегчается проникновение в ЦНС патогенных микроорганизмов. Поэтому такой тип добавочной кости следует рассматривать именно как патоморфологический.

Во втором случае образующаяся на месте переднего родничка брегматическая кость расщепляется в продольном направлении длинными глубокими трещинами, что указывает на нарушение остеогенеза. Прочность данного участка свода при этом значительно снижается, кроме того, облегчается проникновение в ЦНС патогенных микроорганизмов. Поэтому такой тип добавочной кости следует рассматривать именно как патоморфологический.

Изменение формы брегматической кости в постнатальный период. У новорожденных особей форма кости – только ромбическая (100%, $n = 32$), что соответствует теоретическим представлениям о функции этой добавочной кости: обеспечение подвижности костных элементов при родах, быстром росте черепа у сеголеток. Однако у взрослых особей трех стационаров Гомельской области доминируют 3 формы кости – неопределенная (0,365; 0,284; 0,385 соответственно по стационарам), ромбическая (0,302; 0,407; 0,308), множественная (0,175; 0,198; 0,192). Изменение «стандартной» ромбической формы кости в неопределенную свидетельствует не просто об усилении асимметричности черепа, но и, прежде всего, о нарастании компенсационных процессов, направленных на «сшивание» частей свода. Нельзя при этом исключать и нарушение равновесия функций остеокластов и остеобластов.

Высокая частота встречаемости множественной брегматической кости у сеголеток и взрослых особей. У сеголеток в возрасте до 3 месяцев брегматическая кость регистрируется в 100% случаев ($n = 42$), причем форма ее только множественная. Это свидетельствует о наличии патогенных факторов, препятствующих не только зарастанию переднего родничка, но и вызывающих образование добавочных островков окостенения. У взрослых осо-

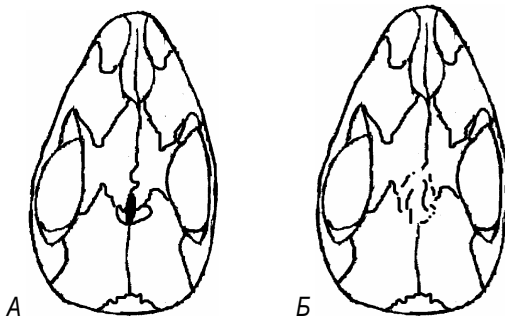


Рисунок 3 – Типы образования множественной брегматической кости:

А – вставочный («вставляющаяся») брегматическая кость выделена цветом), Б – расщепляющий.

бей частота встречаемости множественной формы брегматической кости составляет около 20%, что указывает на хроническое течение патофизиологических процессов (медленная облитерация).

В июле 2006 г. зарегистрирован уникальный случай (рисунок 4): в черепе сеголетка (возраст около 1,5 месяца; кондилобазальная длина 46,3 мм) не было брегматической кости (отсутствовала она и с внутренней, мозговой стороны свода). Однако венечный и метопический швы были значительно искривлены и напряжены в точке брегмы; лобные кости явственно вздуты, при этом прилегающие участки лицевого и мозгового отделов сильно истончены.

Указанные патоморфологические признаки достоверно подтверждают внутрочерепную гипертензию [11–12 и др.]. Отсутствие в таком черепе (единичный случай) брегматической кости согласуется со сведениями из клинической медицины, согласно которым ЦНС молодых особей обладает высокой степенью компенсаторных процессов. Кроме того, можно предполагать, что сеголетки, в черепе которых по тем или иным причинам не формировались добавочные кости для уменьшения внутрочерепного давления, имеют повышенную смертность. Высказанная гипотеза согласуется с расчетами, согласно которым из числа родившихся летом сеголеток после зимовки до периода размножения доживает лишь около 30% особей.

Взаимосвязь развития брегматической кости с другими типами добавочных костей. В одном черепе взрослого самца обнаружена вместе со множественной брегматической костью другая добавочная кость, расположенная между лобными и частично носовыми костями (рисунок 5).

Длина выявленной кости – 7,9 мм, ширина – до 1 мм. С внутренней мозговой стороны свода черепа эти две добавочные кости не срастаются. Один из способов образования wormian костей – появление отдельных точек окостенения между краями костей, растущих по направлению друг к другу. Вероятно, что данная добавочная кость имеет именно такое происхождение, так как она располагается между лобными костями



Рисунок 4 – Череп сеголетка без брегматической кости (истонченные участки лобных костей – темные; метопический и венечный швы искривлены).

и поэтому препятствует облитерации метопического шва. Развитие добавочной кости происходило параллельно формированию метопического, венечного и стреловидного швов. На это указывают: соответствие формы и размера анализируемой и брегматической костей, их прилегание друг к другу; захождение ее между носовыми костями; расхождение стреловидного и чешуйчатого швов. Но главное: *все добавочные кости представляют собой площадку длиной 22,5 мм и шириной до 4 мм, формирование которой привело к расширению участков мозгового и лицевого отделов черепа.* Так, межглазничная ширина в данном черепе – 15,5 мм, скуловая ширина – 34,1 мм, минимальная ширина носовых костей – 3,3 мм, в то время как в популяционной группировке в среднем соответственно – 14,85 мм; 33,6 мм и 2,4 мм. Поэтому при анализе краниологических особенностей территориальных группировок (популяций) ежей необходимо учитывать патофизиологические процессы и их динамику [9].

Заключение. Выявленные многочисленные патологии черепа у белогрудых ежей Беларуси [4; 6]: вздутие лобных костей; расхождение швов мозгового отдела; большие размеры брегматической кости, удлиненность зубцов этой кости, высокая частота встречаемости ее множественной формы у сеголеток и взрослых особей, – доказывают наличие хронических заболеваний, поражающих ЦНС и вызывающих внутричерепную гипертензию. Известно, что морфологические изменения, возникающие в ходе течения хронических заболеваний, являются адаптивно-приспособительными реакциями. Поэтому появление новых точек окостенения и развитие добавочных костей представляют собой одну из форм компенсаторных процессов по уменьшению внутричерепного давления.

Удлинение зубцов брегматической кости, сопровождающееся расширением лобных костей, происходит во время и после зимовки. Патофизиологические процессы не только не позволяют зарастать переднему родничку, но и вызывают увеличение площади добавочной кости.

В зоологическом музее БГУ (инв. № 188) хранится череп белогрудого ежа с 2-мя мелкими

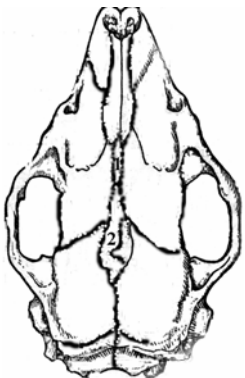


Рисунок 5 – Добавочные кости черепа: 1 – между лобными костями, 2 – брегматическая (множественная форма).

брегматическими костями (длиной около 2 мм), отловленного в центральной части Беларуси еще 14.06.1934. Данный факт говорит о наличии устойчивых экологических факторов, препятствующих зарастанию переднего родничка, на месте которого и образуется брегматическая кость.

Анализ ряда выявленных морфо-анатомических изменений, анализируемых в этой и других работах автора, позволяет утверждать: усиление патофизиологических процессов в черепе и ЦНС белогрудого ежа происходит медленно и значительно обостряется после зимовки. По литературным сведениям, одной из основных причин, вызывающих течение патофизиологических процессов в различных органах и тканях, приводящих к поражению ЦНС у млекопитающих, является инвазия патогенными микроорганизмами (*Borrelia*, *Leptospira*, *Toxoplasma*, *Listeria*), вирусами (прежде всего рода *Flavivirus*) и даже гельминтами рода *Trichinella*. Ежи выполняют важную роль в сохранении природных очагов ряда заболеваний, в том числе трихинеллеза, лептоспироза и клещевого боррелиоза, способного протекать в рецидивирующей и хронической формах. Усиливают вероятность патофизиологических процессов крайне неблагоприятные условия для зимовки ежей на территории Беларуси в последние годы (2–3-х месячный период зимней спячки при полном отсутствии снега, незначительность снежного покрова, частые оттепели и дожди в холодный период и др.). Это положение согласуется с данными, указывающими на высокую смертность сеголеток в зимний период. В этой связи представляется чрезвычайно актуальным проведение микробиологических исследований территориальных группировок белогрудого ежа Беларуси. Не исключено, что эти исследования будут иметь и важное медико-эпидемиологическое значение.

Однако было бы методически неверным полагать, что и во всех других территориальных группировках белогрудого ежа (вне Беларуси) брегматическая кость также имеет только патологическое происхождение: следует помнить о многофакторности ее образования.

Автор благодарит В.И. Капитонова (Удмуртский государственный университет, Россия) за любезно предоставленную фотографию черепа белогрудого ежа (рисунок 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихотоп, Р.И. О сверхкомплектности костей черепа обыкновенного ежа / Р.И. Лихотоп // Вестник зоологии. – 1988. – № 2. – С. 76–77.
2. Загороднюк, И.В. О видовой принадлежности рода *Eripaseus* Украины и сопредельных территорий / И.В. Загороднюк, А. В. Мишта // Вестник зоологии. – 1995. – № 2–3. – С. 50–57.

3. Темботова, Ф.А. Сверхкомплектность черепа ежей (Erinaceidae, Insectivora) России и прилежащих территорий / Ф.А. Темботова // Зоологический журнал. – 1999. – Т. 78. – Вып. 1. – С. 69–77.
4. Саварин, А.А. Предварительный каталог патологий и аномалий черепа белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) Белорусского Полесья / А.А. Саварин: сб. науч. тр. / Зоологический институт РАН. – СПб., 2003. – Вып. 4: Териологические исследования. – С. 29–37.
5. Саварин, А.А. К вопросу о происхождении брегматической кости в черепе *Erinaceus roumanicus* Barret-Hamilton, 1900 / А.А. Саварин // Млекопитающие горных территорий: материалы Междунар. конф., Нагльчик, 4–9 сент. 2005 г. / Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН; редкол.: В.В. Рожнов [и др.]. – Москва, 2005. – С. 164–167.
6. Саварин, А.А. Патологические деформации черепа белогрудого ежа, *Erinaceus concolor* (*Erinaceidae*, *Insectivora*) из Белорусского Полесья / А.А. Саварин // Вестник зоологии. – 2006. – № 6. – С. 549–554.
7. Банникова, А.А. Полиморфизм ДНК ежей рода *Erinaceus* и политипичность таксона *E. concolor* (*Insectivora*, *Erinaceidae*) / А.А. Банникова, Д.А. Крамеров, В.Н. Василенко, Р.И. Дзуев, В.А. Долгов // Зоологический журнал. – 2003. – Т. 82. – Вып. 1. – С. 70–80.
8. Саварин, А.А. Об изменчивости формы добавочной кости (*os fonticuli anterioris s. frontalis*) в черепе белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) / А.А. Саварин // Весн. Віцебскага дзярж. ун-та. – 2001. – № 1 (19). – С. 91–94.
9. Саварин, А.А. Краниологические особенности белогрудого ежа (*Erinaceus concolor*) Белорусского Полесья – региона глобальных техногенных воздействий / А.А. Саварин // Поволжский экологический журнал. – 2003. – № 3. – С. 259–265.
10. Саварин, А.А. О причинах патологических изменений в черепе белогрудого ежа *Erinaceus concolor* Белорусского Полесья, влияющих на смертность в популяции / А.А. Саварин // Териофауна России и сопредельных территорий (VII съезд Териологического общества): материалы Междунар. совещ., Москва, 6–7 февр. 2003 г. / Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова; редкол.: А.К. Агаджанян [и др.]. – М., 2003. – С. 304.
11. Панов, Н.А. Руководство по детской рентгенологии / Н.А. Панов, К.А. Москачева, А.З. Гингольд. – Москва: Медицина, 1965. – 592 с.
12. Линденбратен, Л.Д. Методика изучения рентгеновских снимков / Л.Д. Линденбратен. – Москва: Медицина, 1971. – 352 с.
13. Сперанский, В.С. Форма и конструкция черепа / В.С. Сперанский, А.И. Зайченко. – Москва: Медицина, 1980. – 280 с.
14. Михайлов, А.Н. Рентгеносемиотика и диагностика болезней человека / А.Н. Михайлов. – Минск: Высш. шк., 1989. – 608 с.

SUMMARY

On the pathological origin of the bregma bone (os fonticuli anterioris s. frontalis) in the skull of Eastern hedgehog (Erinaceus concolor Martin, 1838) in Belarus.

Serie of skulls (n > 350) of Erinaceus concolor Martin, 1838, inhabiting the territory of Belarus was studied. Additional bone (os fonticuli anterioris s. frontalis) has the pathological nature.

УДК 611–057.87

В.В. Кривицкий

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ У УЧАЩИХСЯ МИНСКИХ ВУЗОВ РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

Введение. Индивидуальный профиль функциональной асимметрии (ИПФА) является одной из частных функциональных конституций и представляет собой совокупность проявлений асимметрии-симметрии в сенсорной, моторной и психической сферах жизнедеятельности человека [5] на конкретном этапе онтогенеза.

Изучение профессиональных различий в индивидуально-типологических характеристиках функциональной конституции учащихся вузов различного профиля имеет теоретическое и практическое значение для поиска наиболее оптимальных путей и методов организации учебно-воспитательного процесса, режима труда и отдыха студенческой молодежи.

Тип межполушарной асимметрии мозга отражает специфику функционального статуса организма. Количественные и качественные показатели ИПФА чувствительны к воздействиям средовых факторов. Реакции на эти воздействия, как правило, предшествуют внешним прояв-

лениям функциональных сдвигов, что позволяет использовать данные об индивидуальном профиле для ранней диагностики состояний дезадаптации [5]. В силу этого различные аспекты изменчивости функциональной асимметрии, в частности, возрастные и профессиональные особенности, все чаще становятся предметом изучения в биологических исследованиях [2–4].

Важной характеристикой функциональной асимметрии является предпочтение в использовании одной из рук. Связь этой характеристики с психическими процессами и показателями здоровья в сочетании с простотой регистрации вызвали значительный интерес к исследованию данной проблемы, который нашел отражение в многочисленных научных публикациях. В настоящей работе показатель доминантной руки служит дополнительной характеристикой моторной асимметрии организма.

В работах [2–3] выявлены варианты ИПФА, характерные для учащихся вузов различной специализации. Однако остается открытым воп-

рос о том, в какой мере распределение индивидуальных типов функциональной асимметрии обусловлено результатами профессионального отбора, а в какой – действием профессиональных факторов (в данном случае – условий обучения). Динамическое наблюдение является одним из наиболее эффективных приемов в решении этой проблемы, так как позволяет проследить изменения показателей функциональной асимметрии во времени.

В настоящем исследовании мы попытались выявить особенности распределения вариантов ИПФА у учащихся минских вузов различного профиля в зависимости от специфики профессионального отбора и условий обучения. В процессе достижения этой цели нами решались следующие задачи:

- определить первоначальную структуру распределения ИПФА и типов доминирования одной из рук в выборках первокурсников двух минских вузов;
- проследить характер изменений в распределении вариантов ИПФА учащихся вузов в течение первых двух лет обучения, выявить возможные различия, обусловленные особенностями организации учебно-воспитательного процесса и образа жизни студентов в конкретном вузе.

Объект и методы. По комплексной антропологической программе, включающей более 50 морфометрических и функциональных показателей, нами изучены курсанты ГУО «Командно-инженерный институт» МЧС Республики Беларусь (КИИ) и студенты мужского пола УО «Белорусский государственный педагогический университет» (БГПУ).

Исследование проводилось в несколько этапов. Материал по курсантам КИИ собран в начале их обучения на I курсе (октябрь–декабрь), а также в начале II и III курсов. Всего на первом этапе обследовано 97 курсантов в возрасте 17–20 лет (преобладали 18-летние) и 85 курсантов в возрасте 19–22 лет (преобладали соответственно 20-летние) – на третьем.

Студенты БГПУ были изучены в начале I курса (сентябрь–октябрь) и через 2 года – в начале III курса (сентябрь–ноябрь). На первом этапе получены данные по 101 студенту I курса (юноши в возрасте 17–21 года с преобладанием 18-летних), на II этапе – 102 студента III курса (19–23 лет с преобладанием 20-летних). Из 102 третьекурсников, данные по которым проанализированы в настоящей работе, 86 входили в выборку исследованных на I курсе.

Критерии профессионального отбора и условия обучения в указанных вузах значительно различаются. Это могло сказаться и на распределении характеристик функционального стату-

са, в частности, на параметрах сенсорно-моторной асимметрии курсантов и студентов.

Для определения ИПФА нами привлечены результаты одиннадцати тестов, подробная методика проведения которых описана в соответствующей научной литературе [1; 4; 6]. Моторная асимметрия рук учащихся фиксировалась с помощью проб «Переплетение пальцев рук», «Скрещивания рук на груди», теста «Аплодирование», а также предпочтения использования одной из рук при манипуляциях с предметами. Пробы «Шаг назад» и «Закидывание ноги на ногу» применялись для установления двигательной асимметрии ног. Асимметрия зрительного анализатора определялась по результатам модифицированного теста «Подзорная труба» и пробы «Направление взгляда». Ведущее ухо выявлялось с помощью пробы «Часы».

Результатам тестирования в случае правосторонних (П) ответов присваивалось значение 1 балл, амбидекстральных (А) – 0 баллов, левосторонние (Л) показатели оценивались в 1 балл. Асимметрия в каждом случае определялась по преобладанию правых или левых значений путем суммирования баллов. Затем ИПФА каждого учащегося был зафиксирован в виде аббревиатуры из двух символов, первый из которых отражает тенденцию в латерализации моторных функций, второй – сенсорных. Возможно существование девяти вариантов ИПФА: ПП, ПЛ, ПА, АП, АА, АЛ, ЛА, ЛП, ЛЛ.

Доминантная рука определялась по результатам тестов на предпочтение той или иной руки и по преобладанию правого или левого показателя кистевой динамометрии. После статистической обработки данных исследованные учащиеся были распределены по группам «праворуких», «леворуких» и амбидекстров. Последняя группа включала юношей с отсутствием преобладающего доминирования одной из рук.

Уровень значимости различий (p) между выборками определялся по критерию χ^2 .

Результаты и обсуждение. Распределение вариантов ИПФА среди учащихся КИИ и БГПУ на I и III курсах обучения представлено в таблице 1.

Как показало сопоставление исследованных групп, между первокурсниками КИИ и БГПУ различия в частотах большинства типов ИПФА не достигают достоверного уровня. Так, по доле лиц с профилями асимметрии ПП, АЛ и ЛА разница в пользу курсантов составила всего 0,1, 0,9 и 1,2% соответственно. Студенты незначительно превосходили курсантов по частотам ПЛ, АА, ЛП и ЛЛ вариантов – на 9,4, 0,9, 0,7 и 1,8% соответственно. Вместе с тем доля курсантов КИИ с ПА вариантами профиля оказалась более чем в два раза выше (на 19,3%; $p < 0,01$) аналогичной когор-

Таблица 1 – Структура распределения вариантов индивидуального профиля сенсорно-моторной асимметрии (%) у курсантов и студентов минских вузов

Индивидуальный профиль	I курс		p<	III курс		p<
	КИИ	БГПУ		КИИ	БГПУ	
ПП	27,8	27,7	—	34,1	25,5	—
ПЛ	13,4	22,8	—	14,1	23,5	—
ПА	35,1	15,8	0,01	23,5	21,6	—
АП	1,0	8,9	0,025	4,7	3,9	—
АА	4,1	5,0	—	9,4	0	—
АЛ	3,1	3,0	—	4,7	7,8	—
ЛА	5,2	4,0	—	0	8,8	—
ЛП	6,2	6,9	—	3,5	2,9	—
ЛЛ	4,1	5,9	—	5,9	5,9	—

ты у студентов БГПУ. Одновременно первокурсники КИИ более чем в восемь раз отставали от учащихся I курса БГПУ по проценту юношей с АП типом ИПФА (на 7,9%; $p < 0,025$).

Как показало сопоставление исследованных групп, между первокурсниками КИИ и БГПУ различия в частотах большинства типов ИПФА не достигают достоверного уровня. Так, по доле лиц с профилями асимметрии ПП, АЛ и ЛА разница в пользу курсантов составила всего 0,1, 0,9 и 1,2% соответственно. Студенты незначительно превосходили курсантов по частотам ПЛ, АА, ЛП и ЛЛ вариантов – на 9,4, 0,9, 0,7 и 1,8% соответственно. Вместе с тем доля курсантов КИИ с ПА вариантами профиля оказалась более чем в два раза выше (на 19,3%; $p < 0,01$) аналогичной когорты у студентов БГПУ. Одновременно первокурсники КИИ более чем в восемь раз отставали от учащихся I курса БГПУ по проценту юношей с АП типом ИПФА (на 7,9%; $p < 0,025$).

Анализ распределения вариантов профиля асимметрии у третьекурсников КИИ и БГПУ (таблица 1) не выявил статистически значимых различий между выборками. По сравнению с I курсом между третьекурсниками КИИ и БГПУ увеличился разрыв по частотам долей ПП типа (разница составила 8,6% в пользу курсантов). Соотношение курсантов и студентов с ПЛ профилем за два года практически не изменилось (разница в 9,4% в пользу будущих педагогов). Частоты профилей ПА и АП, которые в выборках первокурсников значительно различались, в начале III года обучения были представлены у курсантов и студентов сходными величинами (разница в пользу юношей-пожарных составила всего 1,9 и 0,8% соответственно). Варианты, при которых не зафиксирована выраженная асимметрия как в моторной, так и в сенсорной сферах (АА тип) отсутствовали у студентов, тогда как среди курсантов их доля была достаточно представительной – 9,4%. Обратная ситуация имела место в распределении ЛА типов – при

отсутствии их у третьекурсников КИИ, доля у студентов составила 8,8%. Учащиеся КИИ несколько уступали студентам БГПУ по частотам встречаемости лиц с АЛ профилем (на 3,1%), одновременно незначительно опережая студентов по проценту ЛП вариантов (на 0,6%). Леволатеральная сенсорно-моторная асимметрия (ЛЛ) у третьекурсников минских вузов была представлена одинаковыми частотами в обеих выборках – 5,9%.

Более подробное рассмотрение особенностей динамики структуры вариантов ИПФА учащихся каждого из исследованных вузов за два года (таблица 2) позволило проследить характер возможных изменений функционального статуса молодых людей под влиянием совокупности профессиональных факторов.

Таблица 2 – Динамика распределения вариантов индивидуального профиля сенсорно-моторной асимметрии (%) у учащихся минских вузов на начальных этапах обучения

Индивидуальный профиль	КИИ			БГПУ	
	I курс	II курс	III курс	I курс	III курс
ПП	27,8	33,7	34,1	27,7	25,5
ПЛ	13,4	15,2	14,1	22,8	23,5
ПА	35,1	27,2	23,5	15,8	21,6
АП	1,0	7,6	4,7	8,9	3,9
АА	4,1	2,2	9,4	5,0	0
АЛ	3,1	2,2	4,7	3,0	7,8
ЛА	5,2	6,5	0	4,0	8,8
ЛП	6,2	3,3	3,5	6,9	2,9
ЛЛ	4,1	2,2	5,9	5,9	5,9

Наши данные показали, что изменения частот типов ИПФА с I по III курс не были статистически значимыми ни у курсантов, ни у студентов. Отдельные типы ИПФА проявили сходные для обоих вузов тенденции изменчивости во времени. Так, у курсантов и у студентов доли вариантов асимметрии ПЛ и ЛЛ практически не изменились (разница между I и III годами обучения менее 2%). Для учащихся КИИ и БГПУ было также характерно заметное снижение к III курсу доли ЛП профиля (почти в два раза у курсантов и более чем в два раза у студентов). Тенденции, обнаруженные нами в динамике АП и АА профилей, носили противоположный характер у курсантов и студентов. Если у учащихся КИИ частоты этих вариантов демонстрировали рост (на 3,7 и 5,3% соответственно), то у юношей из БГПУ их доли снизились (на 5% для обоих типов).

Процент лиц с праволатеральным профилем ПП среди курсантов за два года увеличился (на 6,3%), тогда как у студентов он несколько снизился (на 2,2%). Частоты ПА и ЛА типов показали у курсантов выраженное снижение (на 11,6 и 5,2% соответственно), у студентов же они выросли (на 5,8 и 4,8% соответственно).

Профиль АЛ у курсантов изменился незначительно (рост на 1,6%), среди студентов его доля увеличилась более чем в два раза (на 4,8%).

Анализ распределения среди курсантов и студентов показателей доминирования одной из рук выявил ряд различий между исследованными вузами. На I курсе соотношение «праворуких», «леворуких» и амбидекстров среди курсантов КИИ составляло 81,4%, 14,4% и 4,1% соответственно; на II – 85,9%, 7,6% и 6,5%; на III курсе – 89,4%, 5,9% и 4,7% соответственно. Среди студентов это соотношение было: на I курсе – 74,3%, 18,8% и 6,9%, а в начале III года обучения – 76,5%, 14,7% и 8,8% соответственно. По доле лиц с «леворукими» показателями различия между третьекурсниками КИИ и БГПУ были статистически значимыми ($p < 0,025$).

Уже на I курсе, сразу после поступления в вуз, структура распределения типов доминантной руки среди курсантов КИИ и студентов БГПУ различна: среди студентов удельная доля «леворуких» и амбидекстров больше (на 4,4% и на 2,8% соответственно).

Изменчивость во времени структуры распределения учащихся по типу доминантной руки у курсантов и студентов также несколько различалась. За 2 первых года обучения процент «леворуких» курсантов уменьшился более чем вдвое – на 8,5%, а «праворуких», напротив, заметно вырос – на 8%. У студентов наблюдалась сходная тенденция – рост числа юношей с праволатеральными (на 2,2%) и амбидекстральными (на 1,9%) показателями и уменьшение доли лиц с доминирующей левой рукой (на 4,1%), – выраженная, однако, в меньшей степени по сравнению с курсантами.

Для учащихся КИИ и БГПУ была характерна высокая изменчивость во времени моторной асимметрии рук. У большинства курсантов, отнесенных на I курсе к группам «леворуких» и амбидекстров (18 человек), к началу II и III курсов обучения изменился тип доминантной руки, главным образом в сторону праворукости. Только в 4-х случаях из 18 преобладание левой руки зафиксировано на всех 3-х этапах исследования. Очевидно, только они составляют группу так называемых врожденных «левшей». Из общего числа «леворуких» студентов (за вычетом оставивших учебу – 17 человек) только 7 человек сохранили к III курсу леволатеральные показатели ведущей руки.

Отмеченные различия в структуре распределения типа доминантной руки у учащихся вуза МЧС и педагогического вуза в целом совпадают с литературными данными [3].

За исследованный период минимальную степень изменчивости как у курсантов, так и у студентов показали результаты тестов «Переплете-

ние пальцев рук», «Аплодирование» и «Подзорная труба». Таким образом, эти пробы из всех использованных являются наиболее информативными и адекватными для определения конституциональных особенностей молодых людей. У учащихся обоих вузов в наибольшей степени изменялись результаты тестов «Шаг назад», «Направление взгляда» и «Часы», что может указывать на их высокую чувствительность в отношении воздействия факторов среды.

Следует отметить, анализ наших данных позволил прийти к следующим **выводам**. Среди изученных молодых людей зафиксирована относительно высокая изменчивость во времени индивидуальных профилей функциональной асимметрии.

Между учащимися I курса, исследованных минских вузов, существовали достоверные различия в распределении типов ИПФА. В обеих выборках первокурсников обнаружено преобладание юношей с праволатеральными показателями моторной асимметрии (ПП, ПЛ и ПА), что совпадает с данными других исследований.

К III курсу различия между выборками сгладились и уже не достигали статистически значимого уровня ни по одному типу профиля. Возможно, это является следствием *выравнивающего* влияния онтогенетических процессов или результатом сложного воздействия условий обучения и образа жизни.

В наименьшей степени в обоих вузах изменялась доля леволатерального варианта (ЛЛ) моторно-сенсорной асимметрии. Обнаруженное у курсантов увеличение числа лиц с амбидекстральными показателями моторных функций (профили АП, АА и АЛ) вызвано, по-видимому, снижением у юношей-пожарных общего уровня асимметрии двигательной сферы.

Повышенная (по сравнению со студентами) степень изменчивости доминантной руки у курсантов КИИ за 2 первых года обучения объясняется, вероятно, более интенсивным воздействием стрессовых факторов, характерных для учебно-воспитательного процесса в учебном заведении МЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагина, Н.Н. Функциональные асимметрии человека / Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова. – М.: Медицина, 1981. – 288 с.
2. Ефимова, И.В. Межполушарная асимметрия мозга и двигательные способности / И.В. Ефимова // Физиология человека. – 1996 – № 1. – Т. 22. – С. 35–39.
3. Ефимова, И.В. Психофизиологические основы здоровья студентов: учеб. пособие / И.В. Ефимова, Е.В. Будыка, Е.Ф. Проходовская. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2003. – 124 с.
4. Ильин, Е.П. Дифференциальная психофизиология / Е.П. Ильин. – СПб: Питер, 2001. – 464 с.

5. Сагайдак, Д.И. О ранней диагностике дезадаптации человека по показателям функциональной асимметрии головного мозга // Валеология: формирование, сохранение и укрепление здоровья: материалы III Респ. науч.-практ. конф. (Минск, 26 окт. 1999 г.). – Минск, 1999. – С. 77–79.
6. Практикум по психофизиологической диагностике: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 128 с.
7. Функциональная асимметрия мозга / В. М. Мосидзе, Р.С. Рихинашвили, З.В. Самадашвили, Р.И. Турашвили. – Тбилиси: «Мецниереба», 1977. – 123 с.

SUMMARY

The features of distribution of individual asymmetry profile types among cadets and students of Minsk high en schools have been revealed by methods of evaluation of character lateralization of sensory-motor functions. Changes in the structure of profiles of the young men who have been trained for first two years are revealed. The author has found out the intergroup distinctions which can indicate changes of individual profiles of asymmetry in the ontogenesis process or under the influence of training conditions and the way of life of the investigated young people.

УДК 577.34

В.В. Журавков, О.Д. Хвалец

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ ¹³¹I ПРИ НЕКОРНЕВОМ ПОСТУПЛЕНИИ

Введение. Радиоактивные частицы, выпадающие из атмосферы на вегетирующие посевы, не полностью задерживаются на растениях. Часть из них оседает на поверхность почвы, минуя растения, испаряется в сухую погоду или смывается осадками. Степень удерживания радиоактивных частиц растениями характеризуется коэффициентом первичного удерживания ($K_{\text{пв}}$). Первичное удерживание – это отношение количества осевших на растения радиоактивных частиц к общему их количеству, выпавшему из атмосферы на данную площадь. Удерживающая способность растительного покрова по отношению к выпадающим из атмосферы радиоактивным частицам зависит от плотности растительного покрова, морфологии растений (формы, размеров, ориентации листьев и степени шероховатости их поверхности), физико-химического состояния радиоиода в воздухе, метеорологических условий в момент выпадения радиоактивных осадков (скорости ветра во время и после выпадений, относительной влажности воздуха, интенсивности осадков и др.).

Результаты и их обсуждение. Установлено наличие тесной зависимости между урожайностью надземной массы и величиной первичного удерживания радиоактивных осадков растительностью. По мере увеличения запаса растительной массы на единицу площади повышается степень удерживания радионуклидов. При урожайности 0,1 кг/м² для сухих выпадений первичное удерживание посевом луговых трав составляет 20%, а при урожайности 0,5 кг/м² – до 90% [1]. Различие в величине первичного удерживания радионуклидов при нанесении их в разные фазы развития растений также в ос-

новном обусловлено неодинаковой биомассой растений.

В экспериментах по рассеиванию паров ¹³¹I над поверхностью почвенно-растительного покрова наблюдалось достаточно быстрое перераспределение радионуклида между надземной биомассой растений и почвой [2]. Если в начальный момент на растениях находилось практически 100% выпавшего радиоактивного йода, то к исходу 4-х суток эта доля составила 85%, а 15% переместилось на поверхность почвы. При 30-минутной экспозиции листьев растений в воздушном потоке I (лабораторные опыты), до 35–40% от общего количества йода в листе было обнаружено в мезофилле и около 60% – в эпидерме, 2–5% йода было транспортировано из листа в другие ткани растений [3].

Отложение ¹³¹I на листья растений зависит от влажности воздуха и освещенности; при высокой влажности (более 90%) количество радиоактивного йода, отложившегося на поверхность листа, оказалось в 10 раз выше, чем при низкой влажности (менее 15%). Отложение йода на свету при низкой влажности в 2 раза эффективней, чем в темноте [4]. Это можно объяснить тем, что скорость поглощения йода листом контролируется скоростью переноса его через устьица и поэтому сильно зависит от того, насколько они открыты. Известно, что при высокой относительной влажности воздуха устьица открыты и практически полностью закрыты в сухом воздухе, особенно в темноте.

При выпадении йода с дождями наблюдается существенное повышение концентрации йода в траве, что позволяло регистрировать его в окрестностях ядерно-энергетических установок, воздушные выбросы которых в период су-

хой погоды не вызывали обнаруживаемого современными средствами загрязнения ^{131}I растительного покрова [5]. Однако роль атмосферных осадков в загрязнении растений радионуклидами йода не однозначна и зависит от продолжительности выпадения осадков и их интенсивности. Кратковременные осадки малой интенсивности способны вымывать из атмосферы часть радиоактивных примесей и практически полностью задерживаться надземной биомассой растений, вызывая существенное повышение содержания в них йода. В зоне умеренного климата общая продолжительность выпадения дождей в весенние месяцы составляет сравнительно небольшую часть периода сухой погоды. Поэтому сухие выпадения вносят здесь значительный вклад в общее количество йода, оседающего на поверхность почвенно-растительного покрова. При сильных и продолжительных дождях они могут смывать с поверхности растений значительную часть радионуклидов йода, поступивших с первыми порциями дождя, способствуя тем самым дезактивации растительного покрова. Имеющиеся экспериментальные данные свидетельствуют о широких вариациях доли задерживаемого растениями йода, выпадающего с дождями разной интенсивности. Так, в районе размещения Дрезденской АЭС коэффициент первичного удержания ^{131}I из влажных выпадений изменялся от 0,1 до 0,5 [5]. Различия коэффициента первичного удержания связаны с различной величиной растительного покрова, времени и интенсивности осадков, влажности воздуха и физико-химического состояния радиоioda в воздухе.

Опыты по дезактивации растений показали, что после нанесения раствора ^{131}I на поверхность листовых овощей при обработке с нее водой может быть удалено до 80% радиоактивного йода; через 1 ч эта доля снижается до 70%, а через 2 ч – до 40% [6]. Аналогичные результаты получены в работах [3; 7]. Таким образом, вода как дезактивирующий агент оказывается эффективной лишь в начальный период после осадения йода на растения. С течением времени йод способен прочно адсорбироваться на поверхности эпидермиса или проникать в листовые ткани, при этом доля прочно связанного йода может быть весьма значительной, т. е. через 2 суток практически весь ^{131}I , оставшийся на растении, оказывается прочно фиксированным и не поддается смыву водой.

При загрязнении растений ^{131}I , выделяющимся из облученного нейтронами расплавленного блока ядерного топлива (в условиях полевого эксперимента), основная часть йода (до 96%) была обнаружена на поверхности растений. На кутикуле находилось от 40 до 65%, и это ко-

личество легко смывалось водой. Доля радиоактивного йода в эпидермисе достигала от 31 до 56%, и лишь 4% проникало в ткани листа [3]. Это можно объяснить тем, что в данном случае значительная часть радиоактивного йода в воздухе (в отличие от лабораторных опытов) была адсорбирована на аэрозолях, которые не способны проникать через устьица. Таким образом, около 40% радиоактивного йода хорошо сорбировалось растением и не могло быть смыто даже большим количеством осадков.

Физико-химическое состояние йода в радиоактивных осадках и дисперсность аэрозолей играют важную роль в процессах первичного взаимодействия загрязнителей с поверхностью растений. Первичное удерживание водорастворимых форм радиоактивных веществ, выпадающих с дождем, в 4–7 раз выше, чем удерживание твердых нерастворимых радиоактивных частиц размером 30–70 мкм. С уменьшением размера частиц увеличивается их удерживание растениями.

Следует отметить, что на активной стадии аварии на ЧАЭС в крупных населенных пунктах на территории Беларуси преобладали «сухие» выпадения, а осадки были кратковременными и не могли существенно повлиять на смывание йода с поверхности листа после первичного удержания.

Для более точного расчета $k_{\text{ГЛУ}}$ предлагается эмпирическое выражение, которое будет учитывать все основные параметры, от которых зависит $k_{\text{ГЛУ}}$:

$$k_{\text{ГЛУ}} = [1 - \exp(-4Y_g)] [1 - \exp(-\frac{7}{R_N})] [1 - \exp(-7V^2)], \quad (2.7)$$

где Y_g — урожайность растительного покрова, кг/м²; R_N — количество атмосферных осадков, мм.; V — относительная влажность воздуха.

На рисунке 1 приводятся значения $k_{\text{ГЛУ}}$ в зависимости от урожайности травы при различных уровнях осадков, при фиксированной влажности.

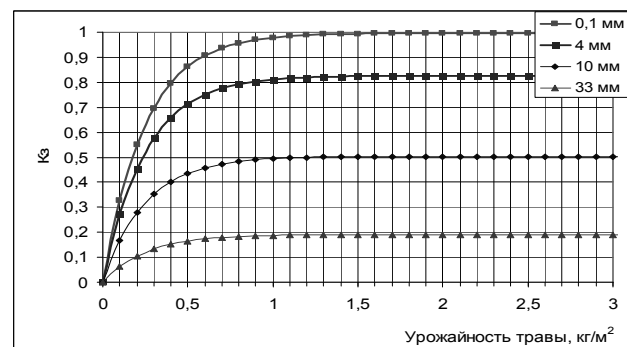


Рисунок 1 — $k_{\text{ГЛУ}}$ в зависимости от урожайности травы при различных уровнях осадков.

Данные рисунка 1 свидетельствуют, что при сухих выпадениях $k_{\text{ГЛУ}}$ стремится к 1, при сильных осадках (более 10 мм) $k_{\text{ГЛУ}}$ находится в пределах

от 0,2 до 0,5. $k_{\text{ГЛУ}}$ и напрямую зависит от урожайности растительности. Однако необходимо учитывать, как меняется $k_{\text{ГЛУ}}$ при различных значениях влажности воздуха (рисунок 2).

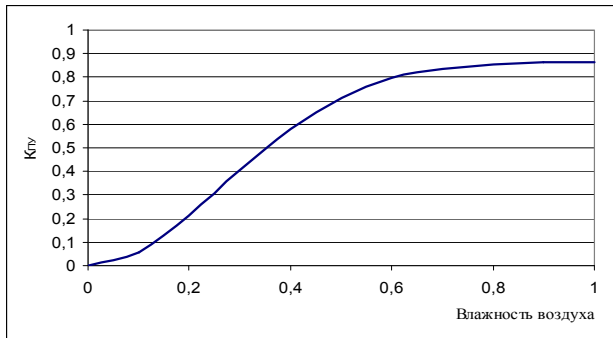


Рисунок 2 – Зависимость $k_{\text{ГЛУ}}$ от различных уровней влажности при фиксированных значениях осадков.

Данные рисунка 2 свидетельствуют, что $k_{\text{ГЛУ}}$ возрастает при увеличении влажности воздуха. При влажности воздуха более 60% $k_{\text{ГЛУ}}$ будет стремиться к максимальным значениям.

Выводы. Из вышесказанного следует, что коэффициент первичной задержки зависит от количества атмосферных осадков, типа и формы выпадений, сорбционных свойств поверхности, урожайности растительного покрова и влажности воздуха. Исходя из имеющихся данных по атмосферным осадкам, урожайности растительности и влажности воздуха на момент аварии, по формуле (1) можно рассчитать $k_{\text{ГЛУ}}$ для любого населенного пункта. Значения $k_{\text{ГЛУ}}$, полученные таким образом, хорошо коррелируют с данными, полученными в экспериментах. В прогностических расчетах дозовых нагрузок на ЩЖ человека и сельскохозяйственных животных в качестве среднего значения $k_{\text{ГЛУ}}$ обычно принималось 0,25 [8]. При этом не делается различий между задерживающей способностью растений по отношению к влажным и сухим выпадениям радиоактивного йода. Между тем,

как уже отмечалось, при сухих выпадениях надземной биомассой растений в условиях хорошо развитого растительного покрова йод задерживается практически полностью, т. е. приведенное выше среднее значение $k_{\text{ГЛУ}}$, равное 0,25, может быть отнесено лишь к влажным выпадениям изотопов йода. Для сухих выпадений оно близко к 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анненков, Б.Н. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б.Н. Анненков, Е.В. Юдинцева. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.
2. Cline J.F. Effect of physical and biological conditions on deposition and retention of ^{131}I on plants / J.F. Cline, D.O. Wilson, F.P. Hungate // Health Phys. – 1965. – № 8. – Vol. 11. – P. 713–718.
3. Сельскохозяйственная радиэкология / Алексахин Р. М., Васильев А. В. и др.; под ред. Алексахина Р. М., Корнеева Н. А. – М.: Экология, 1992. – 400 с.
4. Barry P.J. Deposition of iodine on to plant leaves from air / P.J. Barry, A.C. Chamberlain // Health Phys. – 1963. – № 12. – Vol. 9. – P. 1149–1157.
5. Weiss B.H. Detailed measurement of ^{131}I in air, vegetation, and milk around three operating reactor sites / B.H. Weiss, P.G. Voilleque, J.H. Keller // Environmental surveillance around nuclear installations / Vienna: IAEA. – 1974. – P. 169–190.
6. Thompson J.C. Retention and removal of ^{131}I from contaminated vegetables / J.C. Thompson // Health Phys. – 1973. – № 3. – Vol. 24. – P. 345–351.
7. Федоров Е.А. и др. Распределение, кинетика обмена и биологическое действие радиоизотопов йода / Е.А. Федоров. – М.: Медицина, 1970. – С. 11–15.
8. Hoffman F.O. A review of measured values on the milk transfer coefficient (fm) for iodine / F.O. Hoffman // Health Phys. – 1978. – № 2. – Vol. 35. – P. 413–416.

SUMMARY

The received data are expedient to make an assessment of the I-131 contamination of a spreading surface, ground air and plants to forecast behaviour and consequences of influence of radioactive nuclides on the organism of plants and a human being.

МЕЖЛАНДШАФТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ В РЕАКЦИИ ЕЛИ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Введение. Множество рабочих гипотез по поводу причин отмирания еловых лесов [1] свидетельствует не только о сложности, но и региональности этого явления. Выявить региональные условия, приводящие к этому экологическому бедствию или усиливающие его, можно, если лес рассматривать как часть ландшафта, в котором все изменения в фитоценотической составляющей происходят в ее взаимосвязи с другими компонентами этого природного образования. Создатель современного учения о лесе Г.Ф. Морозов рассматривал лес как часть географического ландшафта [2].

В природных системах растительность является наиболее сложным, синтетически объемным компонентом, отражающим в первую очередь зональные изменения воздействующих экологических факторов. Согласно климато-генно-ривалитатной теории [3], жизненность вида-эдификатора снижается экстремальными климатическими условиями в большинстве отвечающих ему эдафотопов. Как эдификатор, ель в зонально-климатических условиях средней и северной полос Беларуси занимает плакоры холмисто-моренных ландшафтов с лессовидносуглинистым покровным чехлом и супесчано-суглинистыми моренными отложениями. Именно на этих плакорах растительностью реализуется климатический потенциал зоны смешанных (подтаежных) лесов [4]. Южнее зоны смешанных лесов, в широколиственной (подзона широколиственно-сосновых лесов) ель конкурирующими видами (дубом и сосной) оттеснена в оптимальные для нее «островные» локалитеты с иллювиально-гумусово-железистыми подзолами [5].

Несомненный научный и практический интерес представляет сравнительный анализ реакции ели на изменчивость климатических факторов в двух природных образованиях: плакорах в холмисто-моренном ландшафте (в связи с ее массовым усыханием) и в «островных» локалитетах на песчано-болотистой равнине

Полесья (по причине возможного влияния осушительной мелиорации).

Методика и материалы исследования. В качестве индикатора влияния климатических факторов на продуктивность и состояние ели привлечен радиальный прирост ее современных поколений. Изучение этого влияния выполнялось в соответствии с концепцией дендроиндикационного мониторинга [6] и дендроклиматических исследований [7]. Коэффициент чувствительности к климатическим факторам среды рассчитывался по методу А.Е. Дугласа [8], индексный прирост (индексы радиального прироста) – с применением пятилетнего скользящего сглаживания.

Для сравнительного анализа привлечены насаждения ели в кварталах № 96 и № 97 Логойского лесхоза (Логойский тест-полигон) и памятник природы республиканского значения «Горбовичский ельник» в Калинковичском лесхозе (таблица 1). Ель на Логойском тест-полигоне (типы леса – ельник мшистый и ельник кисличный) занимает платообразную слабоувалистую локальную возвышенность, окруженную

Таблица 1 – Сведения о возрастных группах сосны на тест-полигонах: Логойский и Горбовичский ельник

Тест-полигон	Возраст, лет	n	H	D	Кч		y	
					1940–1976 гг.	после 1976 г.	1940–1976 гг.	после 1976 г.
Логойский	80, «волки»	18	35	68	0,10	0,22	5,6	10,9
	70, в балке	14	38	52	0,18	0,38	8,6	14,1
	60	20	24	18	0,18	0,32	5,1	11,7
	90	16	32	28	0,11	0,25	8,2	13,6
	90, сухостой	15	32	28	0,11	0,27	9,4	18,9
Горбовичский ельник	140	6	28	38	0,26	0,28	11,1	11,3
	90	7	26	32	0,27	0,42	13,2	16,4
	80	18	26	30	0,15	0,34	7,7	15,5
	60	20	22	24	0,17	0,33	7,9	14,6
	55	5	22	24	0,11	0,32	8,5	13,3

Примечание: n – количество деревьев, H – средняя высота в м, D – средний диаметр в см, Кч – коэффициент чувствительности, y – стандартное отклонение в возрастных индексах радиального прироста в процентах.

овражно-балочной сетью с глубиной вреза до 20–30 м. Почва – дерново-подзолистая на лесовидносуглинистом покровном чехле, подстилаемом с 0,4 м моренным суглинком.

Насаждение ели в данном случае отвечает своей принадлежности к Евразийской зоне темной хвойных лесов. Оно включает исключительно крупные экземпляры на плакоре («волки», 1 класс по В. Г. Нестерову [9]), в балке, здоровые и сухостойные на период отбора образцов. К осени 2002 г. сплошное усыхание ели захватило полностью квартал № 96 и частично квартал № 97. Отбор образцов древесины (керны) отобраны возрастным буровом весной в 2000–2002 гг.

Горбовичский ельник является представителем экстраразональной растительности в зоне широколиственных лесов, занимая отвечающей ей экотоп – локальное понижение среди песчано-болотистой равнины с иллювиально-гумусово-железистым подзолом с неглубоко залегающими грунтовыми водами (майский уровень на глубине от 0,95 до 1,85 м в зависимости от микрорельефа). Среди тестированных экземпляров обнаружено 1 дерево в возрасте около 160 лет – крайне редким в Полесье. Тип леса – ельник черничный. Образцы древесины (керны) отбирались в мае 2000 и 2006 гг. Корреляционный анализ связи индексов прироста с метеофакторами (температура воздуха и осадки) выполнен с применением пакета программ для автоматизации статистических исследований SPSS-11. Для определения статистической значимости коэффициента корреляции привлекалось число n – количество лет в том или ином отрезке времени.

Для дендроклиматического анализа использованы данные инструментальных наблюдений метеостанций Минск и Василевичи за притоком солнечной радиации, температурой воздуха и осадками в пересчете за гидрологический год (начало 1 октября). Развитие современных насаждений ели происходило в течение двух климатических эпох (до и после 1940 г.): первой – влажной и второй – неустойчиво влажной с фазами (до и после 1976 г.) похолодания и потепления.

Обсуждение результатов. Возрастные группы ели на тест-полигоне «Логойский» занимают разнообразные экотопы в соответствии с внутриландшафтной неоднородностью – от балки до плоской вершины локальной возвышенности. Несмотря на это, в многолетнем ходе изменчивости фактического (в мм) радиального прироста обнаруживаются общие закономерности: депрессия в начале 1940-х гг. при скачкообразном трехгодичном похолодании, в 1980 г. после майского извержения вул-

кана Сент-Хеленс и в 1992–1994 гг., перешедшая в массовое угнетение древостоя (рисунок 1). Причиной последнего глубокого поражения ели послужил комплекс неблагоприятных факторов – от недобора осадков до рекордно низких температур поздней осенью 1993 г. [10]. Продолжившийся стресс при аномально холодном декабре 2001 и 2002 гг. и при малоснежном покрове привел к возрождению крупномасштабного, практически повсеместного отмирания ели на лесовидносуглинистом плакоре. Наиболее вероятной причиной погодноклиматических аномалий послужили извержения вулканов Сент Хеленс, Эль-Чичона и Пинатубо [11].

Общим свойством всех возрастных групп ели на плакоре явилось появление в 1976 г. переломного момента в изменчивости индексового прироста (рисунок 2), который именно после этого года приобрел прямую статистически значимую зависимость от осадков безлиственного (октябрь – апрель), а не вегетационного периода (для некоторых групп только за месяцы активного роста – май и июнь) (таблица 2). Эта закономерность также свойственна ели на супесчано-суглинистых плакорах в западной и северной частях Беларуси [10].

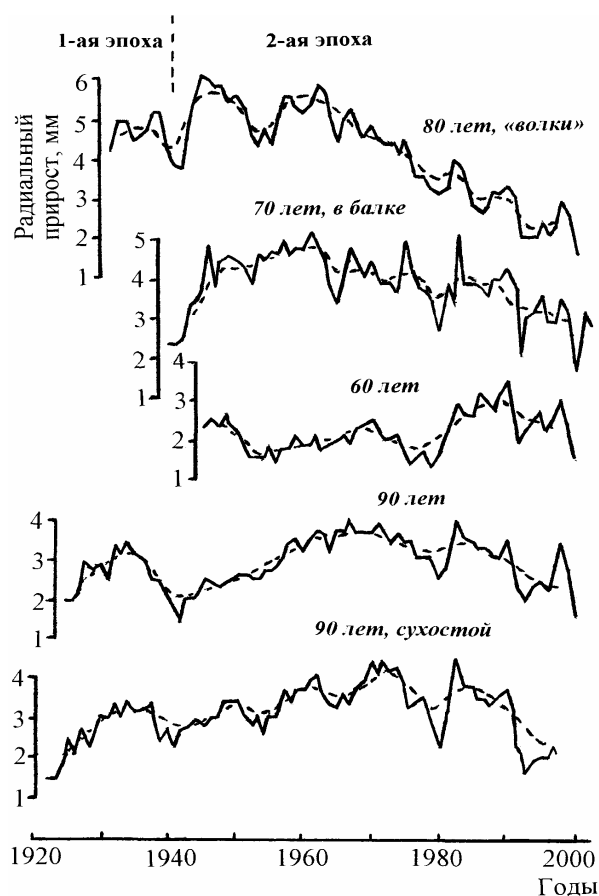


Рисунок 1 – Многолетний ход изменчивости радиального прироста возрастных групп ели на Логойском тест-полигоне.

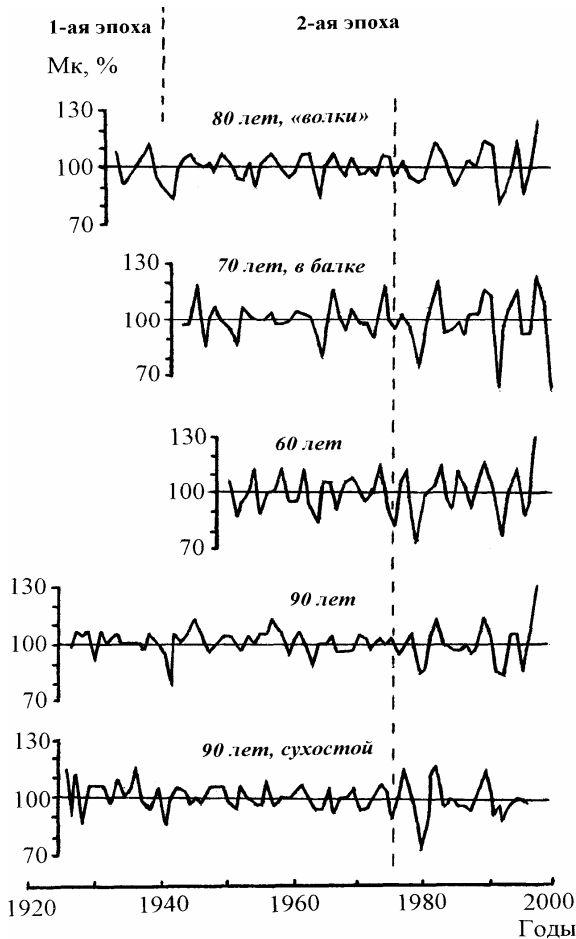


Рисунок 2 – Многолетний ход изменчивости индексового прироста возрастных групп ели на Логойском тест-полигоне. Вертикальными штриховыми линиями показаны 1940 и 1976 гг.

Причем в зональных условиях в реакции ели на гидрометеофактор возникает стрессовая ситуация, которая проявляется в том, что возрастные индексы при лаге запаздывания на два года оказываются в обратной корреляционной зависимости от него (таблица 2). Причина изменения знака связи заключена в появлении временного анаэробноза после обильных осадков, приводящего к угнетению почвенной микрофлоры и отмиранию физиологически активных корневых окончаний.

Совершенно по-иному ведет себя ель в экстразональных локалитетах Полесья. В некоторых дендрошкалах (рисунок 3) резко, по своей значимости, обнаруживаются годовичные «взрывы» прироста, как, например, у одиночного дерева в возрасте 160 лет в 1950 г. Подобные «взрывы» с феноменальными значениями (до 18–19 мм) встречены нами у ели, растущей и в других частях Полесья.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции (0,..) индексов радиального прироста возрастных групп ели на Логойском полигоне с метео-элементами фазы потепления (1977–2000 гг.) второй климатической эпохи

Возраст, лет	Период	С температурой воздуха	С осадками				
			лаг, лет				
			0	1	2	3	4
80	Гидрологический год	,36	,55	,29	-,44	-,19	,18
	Май–сентябрь	,10	,24	,15	-,33	,03	,19
	Май–июнь	-,07	,51	-,05	-,18	,10	-,15
	Октябрь–апрель	,38	,30	-,30	-,40	,04	,29
70	Гидрологический год	,34	,44	-,37	-,39	,22	,13
	Май–сентябрь	,12	,46	,18	-,27	-,13	-,31
	Май–июнь	,14	,36	-,04	-,25	,19	-,06
	Октябрь–апрель	,31	,54	,27	-,51	-,08	,34
60	Гидрологический год	,24	,48	-,15	-,40	,05	,38
	Май–сентябрь	-,23	,26	-,03	-,18	,19	,33
	Май–июнь	-,12	,35	-,07	-,28	-,08	,13
	Октябрь–апрель	,35	,50	,23	-,45	-,21	,20
90	Гидрологический год	,34	,70	,23	-,57	-,27	,43
	Май–сентябрь	,08	,56	,07	-,34	,01	,33
	Май–июнь	,01	,38	-,04	-,15	,00	-,07
	Октябрь–апрель	,36	,31	-,51	-,51	,29	,37
90 сухой	Гидрологический год	,26	,43	-,19	-,47	,14	,28
	Май–сентябрь	-,11	,29	-,05	-,17	,24	,04
	Май–июнь	,10	,55	,01	-,18	-,18	-,20
	Октябрь–апрель	,36	,30	-,27	-,61	-,12	,46

Примечание: полужирным начертанием выделены значения коэффициента корреляции при P = 0,95, полужирным начертанием и курсивом – при P = 0,99, полужирным начертанием, курсивом и подчеркиванием – при P = 0,999.

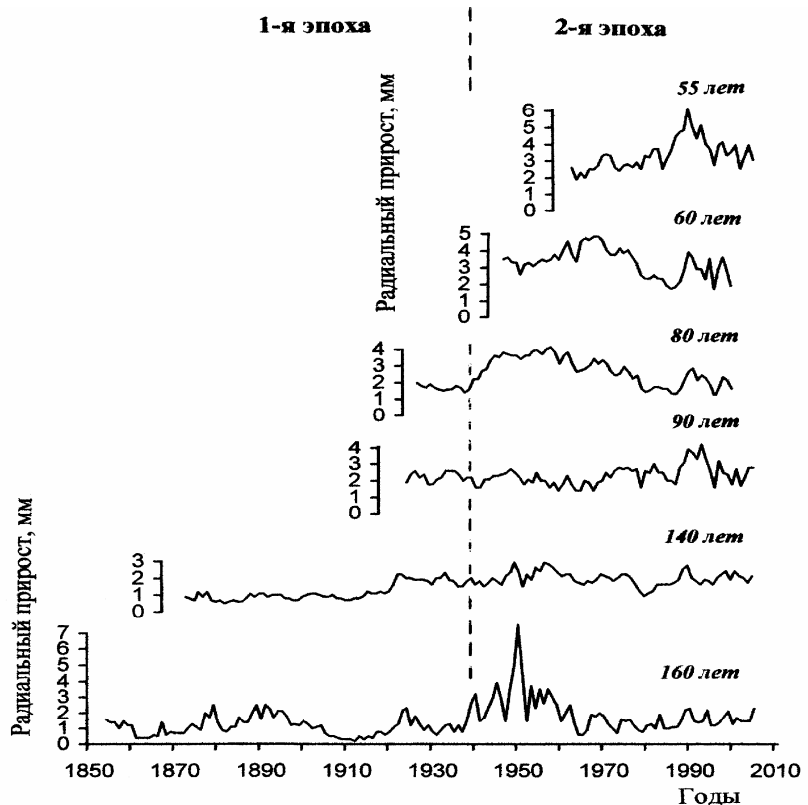


Рисунок 3 – Многолетний ход изменчивости радиального прироста возрастных групп ели в Горбовичском ельнике.

Осенне-зимнее наводнение 1974–1975 гг. оказало заметное влияние на ход радиального прироста насаждения в Горбовичском ельнике, подтопив или затопив его участки в зависимости от микрорельефа. Угнетение ели с запаздыванием на два года также просматривается после извержения вулкана Пинатубо в 1991 г.

В индексном приросте ели в «островном» локалитете, как и в зональных условиях плакора, четко фиксируется переломный момент 1976 г. (рисунок 4). После него чувствительность этой породы к климатическим факторам и дисперсия возрастных индексов значительно возросла (таблица 1). Индексный прирост приобрел статистическую значимую зависимость не только от осадков, но и температуры безлиственного (только безлиственного!) периода и, как следствие, гидрологического года (таблица 3). В этом главное отличие реакции ели в экстразональных локалитетах Полесья от ее нахождения в зонально-климатических условиях плакора в центральной части Беларуси. Их общий признак – наступление переломного момента в 1976 г. – вероятно, вызван скачкообразным сокращением притока солнечной радиации на территории Беларуси на фоне замутнения атмосферы в результате извержения вулканов и техногенного загрязнения [12]. По данным Белгидромета, приток прямой радиации в 1977 г. сократился на 454 МДж/м² по сравнению с 1976 г. (1668 МДж/м²). После 1976 г. среднегодовая интенсивность прямой солнечной радиации, радиационный баланс и

суммарная радиация уменьшились на 14–18% по отношению к показателям предшествующего двадцатилетия.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции (0,..) индексов радиального прироста возрастных групп ели в Горбовичском ельнике с метеоэлементами фазы потепления (1977–2000 гг.) второй климатической эпохи

Возраст, лет	Период	с температурой воздуха	с осадками
140	Гидрологический год	,48	,31
	Май–сентябрь	,10	,13
	Май–июнь	,04	-,12
	Октябрь–апрель	,53	,32
90	Гидрологический год	,28	,54
	Май–сентябрь	,29	,13
	Май–июнь	-,30	,28
	Октябрь–апрель	,51	,45
80	Гидрологический год	,40	,32
	Май–сентябрь	-,34	-,04
	Май–июнь	-,14	,00
	Октябрь–апрель	,55	,54
60	Гидрологический год	,48	,53
	Май–сентябрь	-,23	-,06
	Май–июнь	-,22	,21
	Октябрь–апрель	,65	,56
55	Гидрологический год	,41	,47
	Май–сентябрь	,32	-,13
	Май–июнь	-,34	,08
	Октябрь–апрель	,44	,68

В отличие от плакора, у ели на Полесье при прямой связи возрастных индексов радиального прироста с осадками безлиственного периода

двухлетних лаг запаздывания обратной связи не возникало. Причина заключена в невозможности появления анаэробноз в корнеобитаемом слое песчаной почвы при глубоком залегании грунтовых вод.

Нельзя отрицать значение больших сумм осадков для лесных насаждений на песчаных почвах в силу их водно-физических особенностей, особенно при значительном снижении грунтовых вод в результате осушительной мелиорации. Прямую зависимость прироста ели от температуры безлиственного, а не вегетационного периода, частично можно объяснить пополнением запасов воды в песчаной почве при меньшей продолжительности и меньшей глубине ее промерзания с последующим использованием во время вегетации древесными растениями.

Ель может расти на почвах с близкой грунтовой водой за счет своей поверхностной корневой системы, однако

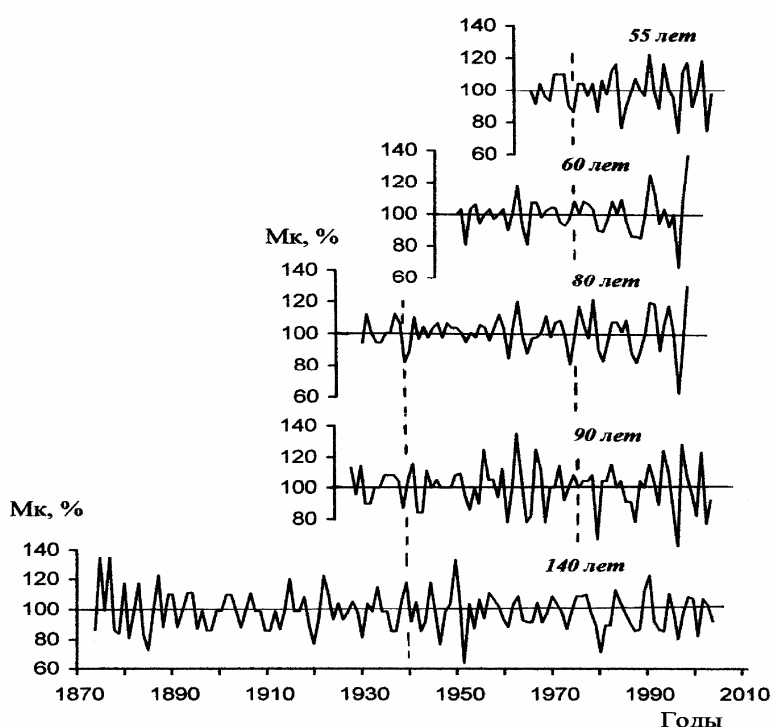


Рисунок 4 – Многолетний ход изменчивости индексного прироста возрастных групп ели в Горбовичском ельнике. Вертикальными штриховыми линиями показаны 1940 и 1976 гг.

в этом случае не используются минеральные ресурсы почвы [13]. После понижения грунтовых вод, сопровождающего осушительную мелиорацию, у ели в «островных» локалитетах увеличение годичного прироста могло произойти за счет вовлечения минеральных ресурсов почвы в корневое питание, потребность в котором возросла при потеплении климата.

Главным источником минерального питания растений является аммонийный и нитратный азот, возникающий при минерализации свежего органического вещества. Максимальная интенсивность минерализации наблюдается весной [14]. Наиболее плотно микроорганизмами заселена подстилка, и именно в ней выражена сезонная динамика численности и биомассы различных групп почвенных микроорганизмов [15].

Кроме хорошей аэрации и влажности почвы, необходимым условием поддержания ее биологической активности является температура. По всей видимости, аномальные морозы при маломощном снежном покрове или без него могут подавлять жизнедеятельность почвенной микрофлоры. Ослабление жизненного состояния дерева после суровых зим может быть вызвано ухудшением минерального питания в период его активного роста (май – июнь). К тому же, недостаток азота подавляет фотосинтез сильнее, чем недостаток какого-либо иного элемента [16]. Только этим можно объяснить одновременно наступающую депрессию радиального прироста ели [10] и сосны [17] после суровых зим и его экспрессию после «теплых» температурных условий этого сезона на всем протяжении роста и развития современных поколений этих хвойных пород.

Заключение. Реакция ели на изменчивость климатических факторов зависит от принадлежности ее насаждений к ландшафтам в зональных и экстразональных нахождениях. В климатических условиях Беларуси у ели на плакорах зоны смешанных (подтаежных) лесов и в сравниваемых экстразональных локалитетах зоны широколиственных лесов до переломного момента 1976 г. отсутствовала статистически значимая зависимость индексного прироста от метеофакторов (температуры воздуха и осадков). После 1976 г. (в условиях возросшей неустойчивости погодно-климатических условий) он приобрел прямую связь с осадками безлиственного периода. В экстразональных локалитетах Полесья индексный прирост статистически достоверно стал зависеть не только

от осадков, но и температуры безлиственного периода. В этом заключено основное межландшафтное различие в реакции ели на изменчивость климатических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Rehfuess, K.E.* Review of forest decline research activities and results in the Federal Republic of Germany / *Rehfuess K.E.* // *J. Environ. Sci. and Health.* – 1991. – N 3. – V. 26. – P. 415–445.
2. *Морозов, Г.Ф.* Учение о лесе. 40-е изд. / *Г.Ф. Морозов.* – Л.: Гослесбуиздат, 1949. – 456 с.
3. *Гельтман, В.С.* Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / *В.С. Гельтман.* – Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
4. *Киселев, В.Н.* Зональная принадлежность территории Беларуси с позиций климатогенно-ривалитатной теории / *В.Н. Киселев* // *Географія. Праблемы выкладання.* – 1998. – № 2. – С. 24–28.
5. *Киселев, В.Н.* Экология ели / *Киселев В.Н., Матюшевская Е.В.* – Минск: БГУ, 2004. – 218 с.
6. *Ваганов, Е.А.* Система мониторинга лесов как основа их рационального использования и устойчивого развития. / *Е.А. Ваганов, Ф.И. Плешиков* // *Сиб. экол. журнал,* 1998. – № 1. – Т. 5. – С. 3–8.
7. *Битвинскас, Т.Т.* Дендроклиматические исследования / *Т.Т. Битвинскас* – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
8. *Fritts, H.C.* Tree rings and climate / *Fritts H.C.* – Academic Press Inc. (London) Ltd., 1976. – 567 с.
9. *Нестеров, Н. С.* Очерки по лесоведению / *Н.С. Нестеров.* – М.: Сельхозгиз, 1960. – 182 с.
10. *Киселев, В.Н.* Экология ели / *Киселев В.Н., Матюшевская Е.В.* – Минск: БГУ, 2004. – 218 с.
11. *Матюшевская, Е.В.* Вулканические катастрофы и их влияние на угнетение ели в Беларуси / *Е.В. Матюшевская, Е.В. Киселев* // *Лесное и охотничье хозяйство.* – 2006. – № 12. – С. 28–30.
12. *Матюшевская, Е.В.* Роль солнечной радиации в радиальном приросте ельников Беларуси / *Е.В. Матюшевская, В.Н. Киселев* // *Лесное и охотничье хозяйство.* – 2005. – № 4. – С. 21–23.
13. *Дюшафур, Ф.* Основы почвоведения / *Дюшафур;* пер. с фр. *Ф. Дюшафур.* – М.: Прогресс. – 1970. – 591 с.
14. *Головченко, А.В.* Сезонная динамика численности и биомассы микроорганизмов по профилю почвы / *А.В. Головченко, Л.М. Полянская* // *Почвоведение.* – 1996. – № 10. – С. 1227–1283.
15. *Смольянинов, И.И.* Как и чем питается лес / *И.И. Смольянинов, О.А. Климова.* – М.: Лесн. пром-сть. – 1978. – 121 с.
16. *Ничипорович, А.А.* Световое и углеродное питание растений (фотосинтез) / *А.А. Ничипорович* – М.: Изд. АН СССР. – 1955. – 288 с.
17. *Киселев В.Н.* Влияние вулканических извержений на хвойные леса Беларуси / *Киселев В.Н.* // *Лесное и охотничье хозяйство.* – 2006. – № 2. – С. 27–31.

SUMMARY

The reaction of fir-tree during changes of climatically conditions depends on the location its ecosystems to various landscapes.

УДК 551.515(476)

Н.Д. Серых, М.Г. Ясавееў, Н.І. Ясавеева

ТРАНСГРАНІЧНЫ ПЕРАНОС – ЗАБРУДЖВАННЕ АТМАСФЕРНАГА ПАВЕТРА РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

Уводзіны. Пераўтваральнае ўздзеянне грамадства на прыроду непазбежна. Яно ўзмацняецца з ростам колькасці насельніцтва, у выніку дасягненняў навукова-тэхнічнага прагрэсу, павелічэння колькасці і масы элементаў і злучэнняў, якія ўцягнуты ў гаспадарчы абарот.

Выяўленне і ацэнка вастрыні праблемнага экалагічнага стану з'яўляецца адным з найбольш істотных кірункаў экалагічных даследаванняў. Для паўнаты характарыстыкі праблемнай сітуацыі неабходна вызначыць, якія супярэчнасці ва ўзаемаадносінах чалавека з навакольным асяроддзем яна адлюстроўвае.

У сувязі з гэтым праблемы, звязаныя з забруджваннем атмасфернага паветра, найбольш адметна выявіліся ў сярэдзіне мінулага стагоддзя ў буйных прамысловых гарадах свету. Гэта звязана з разнастайнасцю відаў і вялікай колькасцю крыніц выкідаў у атмасферу [1]. Калі ў пачатку XX ст. у прамысловасці ўжывалася 19 хімічных элементаў, то ў сярэдзіне стагоддзя прамысловая вытворчасць стала выкарыстоўваць каля 50 элементаў, а ў 70-я гг. – абсалютная большасць хімічных элементаў табліцы Мендзялеева. У выніку састаў прамысловых выкідаў істотна трансфармаваўся, што прывяло да якасна новага забруджвання атмасферы, асабліва аэразолямі цяжкіх і рэдкіх металаў, сінтэтычнымі злучэннямі, якія не існуюць і не ўтвараюцца ў прыродзе, хімічнымі, радыёактыўнымі, канцэрагеннымі, бактэрыялагічнымі і іншымі рэчывамі.

У наш час налічваецца больш за 3500 небяспечных у таксікалагічным дачыненні рэчываў і злучэнняў, што забруджваюць атмасферу, іх колькасць павялічваецца з кожным годам. Дынаміка выкідаў шкодных рэчываў у атмасферу залежыць ад узроўню развіцця галін прамысловасці, электраэнергетыкі, аўтатранспарту.

Праблему забруджвання атмасферы немагчыма рашыць на лакальным і нават нацыянальным узроўнях. Патрабуюцца аб'яднаныя высілкі ўсіх зацікаўленых краін, неабходна распрацаваць агульную стратэгію і комплексы мерапрыемстваў.

Міжнародныя пратаколы і канвенцыі аб забруджванні паветра. У 1979 г. у выніку вялікай падрыхтоўчай працы падпісана Канвенцыя аб трансгранічным забруджванні паветра на вялікіх адлегласці, якая з'явілася першай міжнароднай дамовай у галіне аховы атмасфернага паветра. У дапаўненне да Канвенцыі прыняты

некалькі пратаколаў, якія канкрэтызуюць асноўны дакумент і вызначаюць памеры скарачэння выкідаў рэчываў, якія забруджваюць атмасферу (у 1985 г. падпісаны Пратакол аб скарачэнні выкідаў серы ці іх трансгранічных патокаў на 30%, а ў 1994 г. прыняты пратакол адносна далейшага скарачэння выкідаў серы і цяжкіх металаў; у 1988 г. – Пратакол аб абмежаванні выкідаў азоту ці іх трансгранічных патокаў; у 1991 г. – Пратакол аб абмежаванні выкідаў лятучых арганічных злучэнняў (ЛАЗ) ці іх трансгранічных патокаў, прызваны рэгуляваць патакі папярэднікаў прыземнага азону, які негатыўна ўздзейнічае на здароўе насельніцтва, прыродныя экасістэмы і расліннасць; у 1999 г. – Пратакол па барацьбе з падкисленнем, эўтрафікацыяй і прыземным азонам і інш.). Іншыя міжнародныя пагадненні рэгулююць трансгранічнае забруджванне навакольнага асяроддзя, у тым ліку атмасфернага паветра (Хельсінкская канвенцыя, 2001 г.).

Канвенцыя аб трансгранічным забруджванні паветра на вялікіх адлегласці і пратаколы да яе абавязваюць краіны, якія іх падпісалі, скарачаць выкіды праз выкарыстанне экалагабяспечных тэхналогій, удасканальваць сістэмы ачысткі выкідаў, праводзіць даследаванні ў галіне аховы атмасфернага паветра. Рэспубліка Беларусь з'яўляецца ўдзельнікам гэтай Канвенцыі. Канвенцыя аб трансгранічным забруджванні паветра забяспечана доўгатэрміновым фінансаваннем сумеснай праграмы маніторынгу пераносу забруджвальнікаў паветра на вялікіх адлегласці ў Еўропе (ЕМЕП), падпісана ў Жэневе ў 1984 г. Яна прадугледжвае стварэнне спецыяльных цэнтраў і станцый назірання і абмен інфармацыяй аб пераносе забруджвальнікаў паветра [2].

Большасць краін свету лічаць сістэму маніторынгу якасці атмасфернага паветра асноўным інструментам для ацэньвання эфектыўнасці прынятай стратэгіі абароны чысціні паветра. Сабраны аб'ём даных дазваляе гаварыць аб вялікім узроўні забруджвання на вялікіх тэрыторыях. Фактары забруджвання навакольнага асяроддзя з'яўляюцца галоўнай прычынай сур'ёзнага пагаршэння здароўя насельніцтва розных краін.

Метады маніторынгу нярэдка бываюць тэхнічна адсталымі, абсталяванне – зношаным і таму эфектыўнасць ацэньвання мерапрыемстваў вельмі абмежавана. У большасці краін праца па інвентарызацыі выкідаў у атмасферу праводзіцца незадавальняюча. Ні ў адной краіне не

арганізаваны намаганні па ацэньванні эфектыўнасці энергаспажывання ці перахода на «чыстыя» тэхналогіі. У большасці краін Еўропы прамысловасць негатыўна ўзплявае на прыгранічныя тэрыторыі суседніх дзяржаў. У нашай краіне для ацэнкі маштабу ўздзеяння трансгранічнага пераносу выкідаў у атмасферу працуе станцыя кантролю атмасферы Высокае ў Брэсцкай вобласці.

Аналіз даных аб забруджванні паветра Беларусі. Асноўнымі крыніцамі забруджвання атмасфернага паветра на тэрыторыі Беларусі з'яўляюцца прамысловыя прадпрыемствы, аўта-транспарт і аб'екты энергетыкі.

У саставе выкідаў у атмасферу пераважаюць: аксід вуглярод, дыяксід серы, вуглевадароды, аксіды азоту. Пераважная колькасць аксідаў вугляроду (91,9%) і аксідаў азоту (70,8%), а таксама свінцу і бенз(а)пірэну, якія з'яўляюцца надзвычай бяспечнымі таксікантамі для жывых арганізмаў, паступаюць ў атмасферу ў выніку працы аўтатранспарту.

Найбольшая колькасць рэчываў, якія забруджваюць паветра, выкінута ў атмасферу стацыянарнымі крыніцамі Віцебскай (104,58 тыс.т/год), Гомельскай і Мінскай абласцей (93,73 і 84,51 тыс.т/год), найменшая – Гродзенскай і Брэсцкай абласцямі (33,11 і 28,96 тыс.т/год). Сярод гарадоў па аб'ёмах выкідаў вылучаюцца гарады Наваполацк, Мінск, Гомель (55,1 тыс.т/год; 35,3 тыс.т/год; 13,0 тыс.т/год) [3].

У наш час у буйных прамысловых цэнтрах канцэнтрацыя розных прымесей у атмасферы перавышае ўстаноўленыя гігіенічныя стандарты. У залежнасці ад прамысловай спецыялізацыі горада ў яго атмасферы павышаецца канцэнтрацыя той ці іншай прымесі. Мноства галін прамысловасці аказваюць негатыўнае ўздзеянне на стан паветранага басейна рэспублікі.

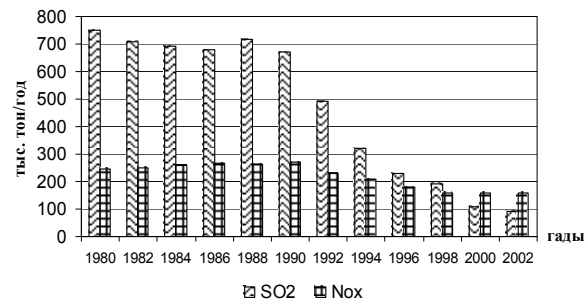
Паліўна-энергетычны комплекс з'яўляецца магутнай крыніцай паступлення забруджвальных рэчываў у атмасферу – 40% ад агульных выкідаў. У працэсе перапрацоўкі і спальвання мінеральнага паліва адбываецца ўтварэнне шматлікіх мас цвёрдых часціц дыяксіду вугляроду, аксідаў серы і азоту, а таксама шэрага аксідаў металаў. Чорная металургія – наступная па інтэнсіўнасці крыніца забруджвання атмасферы [2].

Дынаміка трансгранічнага пераносу шкодных выкідаў у паветра. Акрамя ўласных крыніц забруджвання навакольнага асяроддзя тэрыторыя рэспублікі забруджваецца шкоднымі прымесямі, якія выкідваюцца ў атмасфернае паветра суседнімі краінамі. За кошт трансгранічнага пераносу на тэрыторыю рэспублікі ў 2004 г. выпала 301 тыс. т серы, у тым ліку ад уласных крыніц 43 тыс. т (14%), з Польшчы – 92 тыс. т

(30%), Украіны – 23 тыс. т (7%), краін Заходняй Еўропы – 103 тыс. т (34%). З 114,3 тыс. т аксіленага азоту ад уласных крыніц – 7,2 тыс. т (6%), Польшчы – 24,9 тыс. т (22%), Украіны – 5,2 тыс. т (5%), краін Заходняй Еўропы – 62,4 тыс. т (55%). З 182 тыс. т адноўленага азоту, які выпаў ад уласных крыніц, паступіла 63,4 тыс. т (35%), ад Польшчы – 30,7 тыс. т (17%), Украіны – 35,2 тыс. т (19%), краін Заходняй Еўропы – 18,7 тыс. т (10%) [2].

Сумесныя прыродаахоўныя дзеянні прывялі да таго, што ў перыяд з 1980 па 2000 г. адбылося значнае скарачэнне выкідаў серы ў большасці рэгіёнаў Еўропы. Агульнае скарачэнне склала каля 70%. У Беларусі выкіды серы скараціліся прыкладна на 80%. У выніку памяншэння атмасфернага выпадзення серы знізілася кіслотнасць атмасферных ападкаў і ў цэлым панізілася кіслотная нагрузка на экасістэмы, воды і здароўе чалавека.

Скарачэнне забруджвання атмасфернага паветра, вынікі аналізу статыстычнай інфармацыі змешчаны на рысунку 1.



Рысунк 1 – Дынаміка выкідаў дыяксіду серы і аксіду азоту на тэрыторыі Беларусі.

Аднак не была паспяховай барацьба з выкідамі азоту ад працы транспарту. Агульнае скарачэнне выкідаў аксідаў азоту ў Еўропе за перыяд з 1980 па 2002 г. склала 25–30% (у Беларусі – 43%). Скарачэнне адбылося ў асноўным з прычыны скарачэння выкідаў у энергетычным і прамысловым сектарах. Захадзі па скарачэнні выкідаў ад аўтатранспарту некалькі нівеліруюцца ростам колькасці транспартных сродкаў [2].

У рамках праграмы ЕМЕП дзейнічаюць цэнтры, якія забяспечваюць функцыянаванне сеткі маніторынгу трансгранічнага пераносу, збор інфармацыі па выкідах, мадэліраванне дынамікі трансгранічных патокаў і выпадзення забруджвальных рэчываў, у тым ліку з краіны ў краіну.

У выніку геаграфічнага становішча Беларусі (краіна знаходзіцца ў цэнтры Еўропы) у саставе атмасферных выпадзенняў рэзка пераважае частка трансгранічных забруджвальнікаў. Паводле даных, за апошнія гады доля трансгранічнай серы ў выпадзеннях склала 84–86%, аксіленага азоту – 89–94%, адноўленага азоту – 38–65%, свінцу больш за 80%.

Аналіз матэрыялаў, прыведзеных вышэй, сведчыць, што кліматычныя ўмовы, колькасць ападкаў і асабліва напрамкі вятроў уздзейнічаюць на перанос рэчываў на вялікія адлегласці і на забруджванне навакольнага асяроддзя. Максімальнае забруджванне паветра часцей за ўсё адзначаецца пры штылі ці хуткасці ветру 3–4 м/с. Чым вышэйшая тэмпература паветра і адносная вільготнасць паветра, тым канцэнтрацыя шкодных рэчываў у атмасферы большая.

Атмасферныя ападкі могуць выпадаць у выглядзе дажджу, снегу, туману, расы, г. зн. ва ўсіх прысутнічае вада, якая з'яўляецца актыўным растваральнікам шматлікіх прымесей. У іх састаў уваходзяць такія кампаненты, як SO_2 , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , суадносіны паміж якімі вызначаюць рН ападкаў, г. зн. іх кіслотнасць ці шчолачнасць.

Якасны састаў ападкаў у Беларусі над прамысловымі раёнамі характарызуецца невялікай мінералізацыяй з перавагай нітратаў, сульфатаў, іонаў амонія, хларыдаў, гідракарбанатаў. Сульфаты, злучэнні азоту і гідракарбанаты ў ападках з'яўляюцца ў асноўным прадуктамі акіслення аксідаў серы і азоту, растварэння аманійных солей і карбанатаў, якія прысутнічаюць у атмасферным пыле.

Варта адзначыць, што максімальная колькасць рэчываў, якія выпалі з ападкамі, характэрна для буйных прамысловых гарадоў. У нашай рэспубліцы гэтымі гарадамі з'яўляюцца Наваполацк і Полацк (43% ад агульнай колькасці рэчываў) і Віцебск (69%) [3].

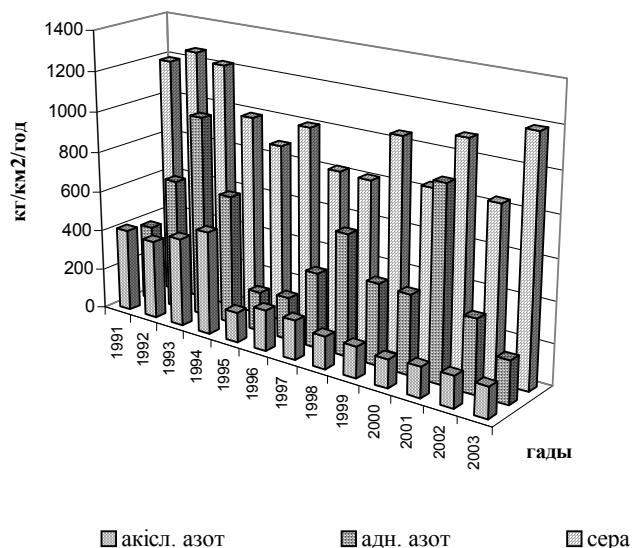
Гарады з павышанай загазаванасцю і запыленасцю паветра характарызуюцца выпадзеннем ападкаў з павышанай мінералізацыяй, колькасць сульфатаў і гідракарбанатаў у іх складае 50–60%, а доля азоту – 9–12%.

Пры нармальних умовах чыстая дажджавая вада ўтрымлівае раствараны атмасферны дыяксід вугляроду, які ўтварае слабую вугальную кіслату (рН = 6,6). Ападкі, якія маюць паказчык рН ніжэй чым 6,6, адносяцца да кіслых і маюць назву *кіслотныя дажджы*.

Інтэнсіўнасць вільготнага выпадзення серы ў 2003 г. змянялася ў залежнасці ад пункта назірання (ад 704 $\text{кг}/\text{км}^2/\text{год}$ (Мінск) да 2149 $\text{кг}/\text{км}^2/\text{год}$ (Гродна)). Сярэдняе значэнне складае 1094 $\text{кг}/\text{км}^2/\text{год}$. Інтэнсіўнасць струменю акісленага (нітратнага) азоту ў 2003 г. вар'іравала ад 84 (Бабруйск) да 321 (Нарач) $\text{кг}/\text{км}^2/\text{год}$, пры сярэднім значэнні 191 $\text{кг}/\text{км}^2/\text{год}$. На заходніх тэрыторыях рэспублікі выпадзенні забруджвальнікаў больш значныя. Інтэнсіўнасць выпадзення аманійнага (адноўленага) азоту, як і ў мінулыя гады, была вельмі разнастайная. У параўнанні з 2002 г. інтэнсіўнасць струменяў аблогі

серы знізілася, аманійнага азоту – узрасла, нітратнага – амаль не змянілася [2].

Аналіз дынамікі вільготнага выпадзення закіслых злучэнняў паказвае, што ў першай палове 90-х гг. XX ст. інтэнсіўнасць іх выпадзення паменшылася. Для наступнага перыяду няма характэрнай устойлівай тэндэнцыі змены атмасферных струменяў (рысунак 2). Зразумела, што выпадзенні ападкаў (па даных маніторынгу) маюць істотна больш неаднастайныя шэрагі, чым па мадэльных разліках у рамках Праграмы ЕМЕП.



Рысунак 2 – Дынаміка сярэдняй інтэнсіўнасці выпадзення злучэнняў серы і азоту на тэрыторыі Беларусі па даных сеткі маніторынгу атмасферных ападкаў [2–3].

У рамках Праграмы ЕМЕП створана сетка станцый маніторынгу забруджвання атмасфернага паветра, якая працуе па адзінай праграме. У Беларусі на станцыі Высокае адбор проб атмасферных ападкаў быў адноўлены ў 2001 г. У гэты перыяд адзначаюцца канцэнтрацыі асноўных кампанентаў солевага складу атмасферных ападкаў больш высокія, чым у сярэднім па Беларусі, і ў цэлым нехарактэрныя для фонавых умоў. Так, сярэдняя канцэнтрацыя акісленай (сульфатнай) серы ў 2001 г. тут складала 2,08 $\text{мг}/\text{дм}^3$, акісленага (нітратнага) азоту – 1,6 $\text{мг}/\text{дм}^3$, адноўленага (аманійнага) азоту – 1,0 $\text{мг}/\text{дм}^3$. Велічыня рН ападкаў на станцыі Высокае была некалькі вышэйшай за сярэднюю па краіне (у 2001 г. – 6,4, 2002 г. – 6,5, у 2003 г. – 6,23, у той час як у сярэднім па Беларусі адпаведна 6,1, 6,0 і 6,1).

Заклучэнне. Пераважнымі крыніцамі забруджвання атмасфернага паветра як тэрыторыі Беларусі, так і іншых краін з'яўляюцца выкіды прамысловых прадпрыемстваў, аўта транспарту і аб'ектаў энергетыкі.

За кошт трансгранічнага пераносу на тэрыторыю нашай краіны толькі за адзін год выпала 300 тыс. т серы, больш за 100 тыс. т акісленага азоту, каля 200 тыс. т адноўленага азоту (з Польшы).

шчы, Украіны, краін Заходняй Еўропы). Скарачэнне забруджвання атмасфернага паветра звязана з сумеснымі дзеяннямі краін, якія падпісалі міжнародныя пратаколы Канвенцыі аб трансгранічным забруджванні паветра. Агульнае скарачэнне выкідаў серы складала каля 70%, у Беларусі выкіды скараціліся прыкладна на 80%. Але не была такой паспяховай барацьба з выкідамі азоту (усяго у Еўропе складала 25–30%, а ў Беларусі – 43%).

ЛІТАРАТУРА

1. Ражкоў, Л.М. Асновы экалогіі і рацыянальнага прыродакарыстання / Л.М. Ражкоў. – Мінск: Ураджай, 1999. – 327 с.
2. Окружающая среда РБ: науч.-популяр. изд. – Мінск: «БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ», 2004. – 126 с.
3. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2004 г. / под ред. В.Ф. Логинова. – Мінск: Минсктиппроект, 2005. – 285 с.
4. Природопользование: сб. науч. тр. / под ред. И.И. Лиштвана, В.Ф. Логинова. – Мінск: ОДО «Тонпик», 2003. – 182 с.
5. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвы на территории республики Беларусь за 2003 г. / Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии. – Мінск: 2004. – 103 с.

SUMMARY

At the expense of transbordering transferring harmful substances air pollution in the Republic of Belarus. Air pollution becomes more vivid is one of the most important ecological factors that influence on the pollution of related means in towns and zones of their influence. The main sources of air pollution on the territory of the Republic of Belarus are industrial enterprises transport and energetic transport and objects.

УДК 551.58

Г.А. Камышенко

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОСЕВОВ

На состояние растениеводческой отрасли влияет целый комплекс агрохимических, технологических показателей. Сохраняющиеся ресурсные дефициты (техника, удобрения, топливо, средства защиты растений), недостаточный уровень технологической дисциплины (неоптимальные сроки и низкое качество выполнения технологических операций), убывающее плодородие почв, ухудшение фитосанитарного состояния существенно снижают урожайность возделываемых в стране культур [1–3].

Современное изменение климата, сопровождающееся увеличением частоты проявления экстремальных погодных явлений, таких как засухи, заморозки, ураганы, шквалистые ветры и др., усугубляет сложившуюся в земледелии ситуацию, приводит к значительному падению продуктивности в неблагоприятные годы. Проведение защитных мероприятий в агропромышленном комплексе затруднено вследствие распродоточенности сельскохозяйственных объектов на обширных площадях. В связи с этим в настоящее время приобретают особую актуальность исследования, способствующие разработке научно обоснованных подходов к учету и эффективному использованию почвенно-климатических ресурсов при территориальном распределении посевных площадей под различные культуры.

Цель исследования – оценка и анализ эффективности современного территориального распределения посевных площадей под возделывание различных сельскохозяйственных культур Беларуси.

Нами использовалась методика расчета коэффициента адаптивности посевных площадей под сельскохозяйственную культуру к почвенно-климатическим условиям в пространственном аспекте, изложенная в [4–5]. Исследование базировалось на статистических материалах по продуктивности культур и размеров посевных площадей на уровне административных районов, опубликованных в различных статистических сборниках [6–10], а также полученных непосредственно в Министерстве статистики и анализа Республики Беларусь.

На основе средних значений рядов урожайности исследуемой культуры и размера посевных площадей, отведенных в конкретном году под ее возделывание, на уровне административных районов для каждой из 6-ти областей Беларуси был рассчитан коэффициент адаптивности, учитывающий почвенно-климатические условия сельскохозяйственной территории. Исследованием охвачен период с 2001 по 2006 гг., а по Витебской и Минской областям привлечены и проанализированы дополнительные данные за отдельные предшествующие исследуемому периоду годы.

При расчетах использовалась формула:

$$K = 1 + r_{YS} \cdot V_Y \cdot V_S,$$

где K – коэффициент адаптивности посевных площадей под культуру к почвенно-климатическим условиям; r_{YS} – коэффициент корреляции между урожайностью культуры и размером посевных площадей; V_Y – коэффициент вариации ряда данных по урожайности культуры; V_S – коэффициент вариации ряда данных по посевным площадям.

Агроклиматическая оценка эффективности территориального распределения посевных площадей под различные культуры Брестской области, выполненная на уровне административных районов Беларуси, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Степень адаптации посевных площадей, выделенных под культуры, к почвенно-климатическим условиям Брестской области*

Год	V_S	V_Y	r_{YS}	K	V_S	V_Y	r_{YS}	K
	Озимая рожь				Картофель			
2001	0,40	0,14	-0,26	0,99	0,52	0,20	-0,19	0,98
2002	0,46	0,14	0,09	1,01	0,53	0,27	-0,25	0,96
2003	0,44	0,16	-0,17	0,99	0,51	0,25	-0,07	0,99
2004	0,49	0,16	-0,33	0,98	0,49	0,22	-0,10	0,99
2005	0,47	0,16	-0,22	0,98	0,48	0,28	0,09	1,01
2006	0,44	0,15	-0,57	0,96	0,61	0,26	0,06	1,01
Яровой ячмень				Зерновые и зернобобовые культуры				
2001	0,53	0,21	-0,31	0,97	0,34	0,18	0,02	1,00
2002	0,46	0,16	-0,34	0,98				
2003	0,49	0,20	-0,21	0,98				
2004	0,51	0,22	-0,09	0,99				
2005	0,52	0,25	-0,14	0,98				
2006	0,46	0,19	-0,10	0,99				
Озимая пшеница				Озимое тритикале				
2003	0,78	0,21	-0,13	0,98	0,64	0,26	0,39	1,06
2004	0,70	0,26	0,82	1,13	0,59	0,19	0,59	1,07
2005	0,67	0,18	0,69	1,06	0,56	0,20	0,46	1,05
2006	0,73	0,33	0,80	1,11	0,52	0,19	0,06	1,00
Лен-долгунец				Сахарная свекла				
2003	0,65	0,21	-0,13	0,98	0,53	0,33	-0,22	0,96
2004	0,63	0,26	0,82	1,13	0,48	0,23	0,36	1,04
2005	0,53	0,18	0,69	1,06	0,48	0,23	0,35	1,04
2006	0,42	0,33	0,80	1,11	0,52	0,26	0,59	1,08

* Обозначения, используемые в этой и последующих таблицах, представлены выше.

Для отдельных исследуемых культур коэффициент, отражающий степень адаптации посевных площадей к современным почвенно-климатическим условиям Брестской области, постоянно низок. Для зерновых и зернобобовых культур в целом его среднее значение равно 1, что свидетельствует о низкой эффективности территориального распределения посевов. В 2006 г. коэффициент корреляции между урожайностью зерновых и зернобобовых культур и

размерами выделенных посевных площадей отрицателен. В этот год в Ивацевичском, Лунинецком и Пинском районах были выделены обширные площади под посевы зерновых культур, а их продуктивность оказалась крайне низкой.

Сопоставление результатов расчетов по отдельным зерновым культурам позволило выявить наиболее благоприятную ситуацию относительно территориального распределения посевов озимой пшеницы. Анализ показателей среднеобластной урожайности озимых зерновых культур показал, что в 2004–2006 гг. озимая пшеница лидировала по уровню продуктивности.

Для 2003–2005 гг. отмечаются более высокие значения коэффициента адаптивности посевных площадей, выделенных под озимое тритикале, к почвенно-климатическим условиям территории Брестской области, чем аналогичный показатель для зерновых культур в целом. Однако в 2006 г. произошел резкий спад урожайности озимого тритикале при общем увеличении размеров посевов.

Коэффициенты корреляции рядов данных по урожайности ярового ячменя и озимой ржи с размерами посевных площадей отрицательны, что свидетельствует о контрадаптивном распределении посевов этих культур в исследуемые годы.

Относительно пропашных культур можно сделать вывод о слабом учете изменяющихся почвенно-климатических условий при возделывании картофеля, особенно в 2001–2004 гг. Поскольку 2004 г. отличался самыми благоприятными условиями для возделывания практически всех культур, урожайность картофеля в этот год не пострадала. Ситуация с посевами сахарной свеклы более благоприятна, только для 2003 г. отмечается низкая эффективность территориального распределения посевных площадей под эту культуру, что отразилось на урожайности в этот год – она значительно уступила по уровню продуктивности, достигнутой в последующие годы.

Территориальное распределение посевных площадей под лен-долгунец только в 2003 г. оказалось контрадаптивным к сложившимся почвенно-климатическим условиям, коэффициент корреляции между урожайностью и размером посевных площадей в этот год отрицателен. В последующие годы ситуация заметно изменилась к лучшему, значение коэффициента адаптивности в 2004 г. равно 1,13, в 2006-м – 1,11. Лен-долгунец в Брестской области возделывается только на территории 9 административных районов, при этом самые большие площади выделены под эту культуру в Ляховичском и Пружанском районах, отличающихся

высоким бонитетом пахотных земель и самой высокой продуктивностью этой культуры в последние годы. Так, в Пружанском районе в 2004 г. урожайность льноволокна достигла 11,0 ц/га, а в 2006 г. при общем пониженном уровне продуктивности составила 7,0 ц/га. Анализ ситуации показал, что при возделывании льна-долгунца не учтены почвенно-климатические условия Столинского района – здесь при высокой продуктивности этой культуры сельскохозяйственные площади, выделяемые под ее посевы, ежегодно уменьшались и были доведены в 2006 г. до нуля.

Результаты расчета степени адаптации посевных площадей, выделенных под различные культуры Витебской области, к почвенно-климатическим условиям территории представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Степень адаптации посевных площадей, выделенных под культуры, к почвенно-климатическим условиям Витебской области

Год	V _s	V _γ	γ _{γs}	K	V _s	V _γ	γ _{γs}	K
	Овес				Яровой ячмень			
1986	0,60	0,12	0,04	1,00	0,26	0,15	-0,14	0,99
1987	0,57	0,29	0,03	1,01	0,27	0,30	0,13	1,01
2001	0,59	0,23	0,39	1,05	0,39	0,20	0,39	1,03
2002	0,67	0,22	0,36	1,05	0,43	0,22	0,24	1,02
2003	0,61	0,20	0,26	1,03	0,41	0,16	0,70	1,05
2004	0,61	0,16	0,13	1,01	0,46	0,15	0,50	1,04
2005	0,61	0,16	0,31	1,03	0,47	0,16	0,46	1,03
2006	0,51	0,15	0,55	1,04	0,44	0,16	0,38	1,03
Озимая рожь				Картофель				
1986	0,52	0,19	0,58	1,06	0,41	0,13	0,69	1,04
1987	0,44	0,21	0,58	1,05	0,43	0,39	0,48	1,08
2001	0,56	0,18	0,54	1,05	0,53	0,23	0,17	1,02
2002	0,58	0,17	0,58	1,06	0,57	0,34	0,47	1,09
2003	0,52	0,18	0,62	1,06	0,64	0,26	0,19	1,03
2004	0,41	0,15	0,55	1,03	0,64	0,29	0,29	1,05
2005	0,56	0,15	0,52	1,04	0,69	0,33	0,33	1,07
2006	0,65	0,18	0,65	1,08	0,70	0,30	0,33	1,07
Зерновые и зернобобовые культуры				Озимая пшеница				
1986	0,29	0,12	0,13	1,00	0,97	0,20	0,05	1,01
1987	0,29	0,25	0,08	1,01	0,88	0,27	0,30	1,07
2003	0,39	0,16	0,69	1,04	0,93	0,23	0,18	1,04
2004	0,39	0,14	0,72	1,04	0,98	0,17	0,41	1,07
2005	0,40	0,14	0,68	1,04	0,87	0,23	0,19	1,04
2006	0,40	0,15	0,67	1,04	0,88	0,23	0,56	1,11
Лен-долгунец				Озимое тритикале				
1986	0,37	0,37	0,26	1,04	–	–	–	–
1987	0,35	0,49	0,26	1,04	–	–	–	–
2003	0,43	0,26	0,23	1,03	0,83	0,25	-0,09	0,98
2004	0,46	0,28	0,59	1,08	0,73	0,25	0,12	1,02
2005	0,43	0,27	0,67	1,08	0,57	0,16	0,15	1,01
2006	0,43	0,57	0,61	1,15	0,96	0,24	0,20	1,04

Анализ представленных в таблице результатов показал, что в целом коэффициент корреляции между урожайностью исследуемых культур и размером посевных площадей положитель-

лен, только в 1986 г. относительно ярового ячменя, а в 2003 г. – озимого тритикале можно говорить о контрадаптивном территориальном распределении посевов. В Оршанском районе продуктивность озимого тритикале постоянно одна из самых высоких по области, однако в 2003 г. под эту культуру были выделены малые посевные площади, в то время как в Браславском и Глубокском районах на обширных посевных площадях отмечена низкая урожайность. В последующие годы эта ситуация была несколько изменена в лучшую сторону.

В последние годы самые высокие значения коэффициента адаптивности посевных площадей к почвенно-климатическим условиям Витебской области отмечаются при возделывании льна-долгунца и озимой пшеницы, однако уровень урожайности этих культур продолжает оставаться низким, не отвечающим требованиям современного агропромышленного производства.

Наблюдаемое изменение климата влечет за собой изменение границ агроклиматических областей Беларуси, что в конечном итоге приводит к другим условиям развития и формирования урожая сельскохозяйственных культур. Согласно исследованиям [11], установлено, что в результате потепления произошел распад Северной агроклиматической области, появилась новая более теплая агроклиматическая зона на юге Полесья.

Выполненный нами анализ показал, что в последние годы в восточной части Витебской области отмечается увеличение продуктивности зерновых культур по сравнению с периодом, предшествовавшим началу современного потепления климата. По возделыванию картофеля ощутимые позитивные изменения отмечаются в Полоцком районе, в меньшей степени – в Верхнедвинском и Витебском районах.

Урожайность исследуемых сельскохозяйственных культур в Витебской области, как и в целом по стране, заметно меняется по годам, что обусловлено как погодными условиями, так и различными агротехническими факторами.

В Гомельской области наилучшая ситуация относительно адаптации посевных площадей к изменяющимся почвенно-климатическим условиям территории сложилась при возделывании посевов озимой пшеницы (таблица 3). Здесь отмечаются достаточно высокие значения коэффициента адаптации (1,16; 1,19), достигнутые за счет большой вариации размеров посевных площадей, оптимальный выбор которых позволяет получать высокие урожаи в хозяйствах, погодные и почвенные условия которых благоприятны для возделывания данной культуры.

Таблица 3 – Степень адаптации посевных площадей, выделенных под культуры, к почвенно-климатическим условиям Гомельской области

Год	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
	Озимая рожь				Картофель			
2001	0,41	0,17	-0,03	1,00	0,46	0,21	-0,02	1,00
2002	0,40	0,17	-0,21	0,99	0,44	0,33	0,00	1,00
2003	0,48	0,22	-0,21	0,98	0,53	0,24	0,67	1,09
2004	0,38	0,20	-0,20	0,99	0,53	0,15	0,35	1,03
2005	0,35	0,17	0,00	1,00	0,52	0,27	0,30	1,04
2006	0,34	0,22	0,04	1,00	0,47	0,30	0,46	1,07
	Яровой ячмень				Овес			
	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
2001	0,57	0,26	0,09	1,01	0,50	0,18	-0,01	1,00
2002	0,55	0,21	0,34	1,04	0,47	0,21	-0,11	0,99
2003	0,58	0,30	-0,07	0,99	0,42	0,17	0,29	1,02
2004	0,62	0,21	0,31	1,04	0,40	0,20	0,17	1,01
2005	0,59	0,19	0,44	1,05	0,42	0,20	0,33	1,03
2006	0,61	0,20	0,44	1,05	0,41	0,19	0,27	1,02
	Озимая пшеница				Озимое тритикале			
	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
2003	0,96	0,56	0,08	1,04	0,43	0,34	0,36	1,05
2004	0,99	0,28	0,57	1,16	0,56	0,16	0,31	1,03
2005	0,84	0,36	0,52	1,16	0,41	0,23	0,47	1,05
2006	0,81	0,38	0,60	1,19	0,42	0,29	0,42	1,05
	Зерновые и зернобобовые культуры							
	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
2003	0,44	0,20	0,06	1,01				
2004	0,42	0,19	0,26	1,02				
2005	0,39	0,17	0,44	1,03				
2006	0,42	0,23	0,44	1,04				

Слабый учет почвенно-климатических условий характерен для посевов большинства зерновых культур области. Так, относительно озимой ржи можно сделать вывод о контрадаптивном распределении посевов в исследуемые годы. Несколько лучше ситуация с яровыми зерновыми культурами, но и здесь в отдельные годы коэффициент корреляции между урожайностью и размерами посевных площадей отрицателен.

Аналогичные значения коэффициента адаптивности посевных площадей к почвенно-климатическим условиям характеризуют посевы картофеля.

Исследование, выполненное по представленной методике по статистическим данным Гродненской области, показало полное отсутствие учета изменяющихся почвенно-климатических условий при выделении посевных площадей под озимую рожь, овес, картофель (таблица 4). Более благоприятная ситуация отмечается по яровому ячменю и по зерновым и зернобобовым культурам в целом.

Высокими значениями коэффициента адаптивности посевных площадей к современным и изменяющимся почвенно-климатическим условиям территории Гродненской области характеризуются посевы озимой пшеницы (от 1,17 до 1,21) и озимого тритикале (от 1,09 до 1,12).

Таблица 4 – Степень адаптации посевных площадей, выделенных под культуры, к почвенно-климатическим условиям Гродненской области

Год	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
	Озимая рожь				Картофель			
2001	0,45	0,18	-0,50	0,96	0,27	0,23	-0,30	0,98
2002	0,55	0,21	-0,63	0,93	0,29	0,36	-0,32	0,97
2003	0,60	0,27	-0,67	0,89	0,28	0,22	0,28	1,02
2004	0,61	0,28	-0,77	0,86	0,30	0,31	-0,07	0,99
2005	0,63	0,20	-0,53	0,93	0,41	0,32	-0,23	0,97
2006	0,62	0,23	-0,54	0,92	0,41	0,28	-0,13	0,98
	Яровой ячмень				Овес			
	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
2001	0,29	0,19	0,47	1,03	0,38	0,18	-0,49	0,97
2002	0,30	0,23	0,37	1,03	0,42	0,20	-0,56	0,95
2003	0,28	0,20	0,42	1,02	0,53	0,15	-0,61	0,95
2004	0,31	0,20	0,13	1,01	0,46	0,21	-0,79	0,92
2005	0,36	0,24	0,51	1,04	0,55	0,21	-0,67	0,92
2006	0,32	0,23	0,25	1,02	0,54	0,22	-0,69	0,92
	Озимая пшеница				Озимое тритикале			
	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
2003	0,77	0,35	0,78	1,21	0,48	0,30	0,83	1,12
2004	0,85	0,33	0,69	1,19	0,49	0,29	0,81	1,12
2005	0,77	0,32	0,71	1,17	0,44	0,31	0,67	1,09
2006	0,80	0,33	0,73	1,19	0,51	0,33	0,71	1,12
	Зерновые и зернобобовые культуры				Сахарная свекла			
	V _s	V _γ	r _{γs}	K	V _s	V _γ	r _{γs}	K
2003	0,28	0,25	0,57	1,04	1,01	0,23	0,61	1,14
2004	0,26	0,27	0,43	1,03	0,88	0,20	0,51	1,09
2005	0,27	0,29	0,57	1,04	0,71	0,21	0,67	1,10
2006	0,27	0,29	0,49	1,04	0,66	1,32	-0,28	0,75

Коэффициент адаптивности между урожайностью сахарной свеклы и размером посевных площадей в 2006 г. отрицателен, что свидетельствует о контрадаптивном распределении посевов.

В таблице 5 представлены результаты расчетов, выполненных по статистическим данным Минской области.

Значение коэффициента адаптации посевов к изменяющимся почвенно-климатическим условиям Минской области для зерновых и зернобобовых культур в целом низкое, что дает основание сделать заключение об их неэффективном территориальном распределении. Самое высокое значение соответствует 2005 г. и равно 1,04, при этом коэффициент корреляции между урожайностью зерновых и зернобобовых культур в целом и размером посевных площадей составляет 0,39.

Посевы озимой ржи и овса имеют контрадаптивное пространственно-территориальное распределение. В Минской области во всех административных районах посевные площади, выделенные под озимую рожь, в последние годы (2001–2006 гг.) значительно сократились. Однако в Крупском районе при низкой урожайности этой культуры (10,0–16,8 ц/га) посевы по размеру превышают средний уровень по области. Сход-

ная ситуация отмечается в Березинском, Вилейском и других районах.

Таблица 5 – Степень адаптации посевных площадей, выделенных под культуры, к почвенно-климатическим условиям Минской области

Год	Vs	Vγ	γs	K	Vs	Vγ	γs	K
	Зерновые и зернобобовые культуры				Картофель			
1990	0,21	0,14	0,13	1,00	0,29	0,17	0,01	1,00
1995	0,23	0,21	0,23	1,01	0,40	0,16	0,07	1,00
1999	0,25	0,35	0,27	1,02	0,38	0,17	-0,10	0,99
2000	0,27	0,34	0,31	1,03	0,32	0,24	0,05	1,00
2001	0,26	0,33	0,08	1,01	0,31	0,35	0,04	1,00
2002	0,27	0,31	0,18	1,01	0,39	0,26	0,16	1,02
2003	0,25	0,26	0,27	1,02	0,40	0,23	0,19	1,02
2004	0,24	0,27	0,27	1,02	0,39	0,28	0,22	1,02
2005	0,27	0,35	0,39	1,04	0,47	0,44	-0,01	1,00
2006	0,25	0,28	0,27	1,02	0,47	0,27	0,40	1,05
	Озимая рожь				Овес			
2001	0,24	0,25	-0,58	0,97	0,47	0,29	-0,65	0,91
2002	0,28	0,23	-0,61	0,96	0,46	0,28	-0,60	0,92
2003	0,32	0,22	-0,57	0,96	0,47	0,22	-0,38	0,96
2004	0,35	0,70	-0,62	0,85	0,49	0,25	-0,64	0,92
2005	0,37	0,32	-0,65	0,92	0,50	0,29	-0,60	0,91
2006	0,46	0,19	-0,72	0,93	0,53	0,25	-0,62	0,92
	Яровой ячмень				Озимое тритикале			
2001	0,35	0,33	0,52	1,06	-	-	-	-
2002	0,42	0,31	0,49	1,06	-	-	-	-
2003	0,41	0,30	0,60	1,07	0,53	0,37	0,65	1,13
2004	0,40	0,25	0,58	1,06	0,59	0,28	0,86	1,14
2005	0,43	0,34	0,50	1,07	0,55	0,37	0,83	1,17
2006	0,43	0,26	0,56	1,06	0,50	0,33	0,66	1,11
	Озимая пшеница							
2003	1,08	0,35	0,52	1,20				
2004	1,10	0,30	0,67	1,23				
2005	1,15	0,35	0,73	1,29				
2006	1,02	0,35	0,67	1,23				

Посевы озимой ржи и овса имеют контрадаптивное пространственно-территориальное распределение. В Минской области во всех административных районах посевные площади, выделенные под озимую рожь, в последние годы (2001–2006 гг.) значительно сократились. Однако в Крупском районе при низкой урожайности этой культуры (10,0–16,8 ц/га) посевы по размеру превышают средний уровень по области. Сходная ситуация отмечается в Березинском, Вилейском и других районах.

В 2001–2006 гг. в Несвижском районе выделялись самые малые посевные площади под овес, при этом урожайность этой культуры здесь устойчиво превышала среднюю по области в 1,5–1,9 раза. В Борисовском районе при постоянно пониженной продуктивности овса под его посевы выделялись самые обширные посевные площади. Аналогичная ситуация характеризует Березинский, Пуховичский, Солигорский районы.

Несмотря на сходные (с овсом) условия возделывания, посевные площади под яровой ячмень в Минской области выделены с учетом изменяющихся почвенно-климатических характеристик территории, что нашло отражение в таблице 5.

Коэффициент, отражающий степень адаптации посевных площадей, отведенных под картофель, к почвенно-климатическим условиям Минской области, низок. Самое высокое значение отмечается в 2006 г. (1,05). В 1999 и 2005 гг. коэффициент корреляции между урожайностью картофеля и размером посевных площадей отрицателен. В Минской области, как и в стране в целом, отмечается существенное уменьшение посевов этой традиционной для Беларуси культуры. Это обусловлено объективными причинами (недостаточным наличием современных хранилищ, нехваткой трудовых ресурсов и др.). Однако значительное уменьшение посевных площадей под картофель в Несвижском и Клецком районах, располагающих самыми благоприятными агроэкологическими ресурсами относительно возделывания этой культуры, представляется недостаточно обоснованным.

Самая благоприятная ситуация в Минской области отмечается по выделенным посевным площадям под озимую пшеницу и озимое тритикале. Коэффициент адаптивности посевных площадей к почвенно-климатическим условиям территории при возделывании озимой пшеницы равен 1,20–1,29, при этом отмечаются высокие значения коэффициента вариации размеров посевных площадей и коэффициента корреляции между урожайностью культуры и размером посевов.

В Могилевской области наилучшие результаты соответствуют посевам картофеля, особенно в последние годы (2003–2006 гг.), что отражено в таблице 6.

Затем можно выделить посевы озимой пшеницы, озимого тритикале, зерновых и зернобобовых культур в целом.

Практически не учитывались почвенно-климатические условия Могилевской области при выделении площадей под озимую рожь и овес.

Таким образом, нами выполнено исследование эффективности территориального распределения посевных площадей под различные сельскохозяйственные культуры на уровне административных областей Беларуси. В последние годы (2003–2006 гг.) во всех областях страны сложилась благоприятная ситуация в этом аспекте при возделывании озимой пшеницы, в Гродненской и Минской областях – озимого тритикале. Низкой степенью адаптации к почвенно-климатическим условиям территории характеризуются посевы большинства возделываемых

сельскохозяйственных культур в Брестской и Гродненской областях, озимой ржи – в Гомельской и Минской.

Таблица 6 – Степень адаптации посевных площадей, выделенных под культуры, к почвенно-климатическим условиям Могилевской области

Год	Vs	Vγ	γys	K	Vs	Vγ	γys	K
	Озимая рожь				Картофель			
2001	0,38	0,14	0,19	1,01	0,74	0,28	0,27	1,06
2002	0,38	0,20	0,34	1,03	0,76	0,31	0,29	1,07
2003	0,41	0,17	0,17	1,01	0,87	0,30	0,63	1,16
2004	0,47	0,19	-0,10	0,99	0,97	0,31	0,60	1,18
2005	0,41	0,14	0,08	1,00	1,00	0,37	0,39	1,14
2006	0,40	0,19	-0,32	0,98	1,10	0,44	0,45	1,22
Яровой ячмень				Овес				
2001	0,56	0,17	0,24	1,02	0,43	0,18	0,21	1,02
2002	0,62	0,22	0,24	1,03	0,53	0,19	0,07	1,01
2003	0,61	0,27	0,57	1,09	0,50	0,21	0,16	1,02
2004	0,60	0,20	0,59	1,07	0,53	0,15	0,11	1,01
2005	0,65	0,19	0,19	1,02	0,50	0,13	-0,40	0,97
2006	0,69	0,23	0,37	1,06	0,43	0,18	0,05	1,00
Озимая пшеница				Озимое тритикале				
2003	0,73	0,33	-0,01	1,00	0,50	0,32	0,23	1,04
2004	0,76	0,26	0,61	1,12	0,71	0,20	0,52	1,08
2005	0,85	0,33	0,51	1,14	0,62	0,17	0,48	1,05
2006	1,05	0,26	0,67	1,18	0,60	0,24	0,31	1,05
Зерновые и зернобобовые культуры								
2003	0,42	0,22	0,57	1,05				
2004	0,44	0,18	0,49	1,04				
2005	0,46	0,17	0,26	1,02				
2006	0,45	0,20	0,48	1,04				

Слабый учет изменяющихся агроклиматических условий территории является одним из факторов, не позволяющим получать потенциально возможную урожайность.

Представленное исследование является в высокой степени агрегированным, обобщенным, не учитывающим множество других, важных для уровня продуктивности культур, факторов. Оно служит ступенькой к решению актуального в настоящее время вопроса оптимизации структуры посевных площадей, требующего выполнения анализа ретроспективного и существующего

территориального распределения посевов, севооборотов, степени учета изменяющихся почвенно-климатических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка плодородия почв Белоруссии / под ред. Н.И. Смеяна. – Минск: Ураджай, 1989. – 359 с.
2. Сачок, Г.И. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси / Г.И. Сачок, Г.А. Камышенко; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Изд-во «Белорусская наука», 2006. – 243 с.
3. Веды. № 34 (2138). 27.08.2007.
4. Логинов В.Ф. Агроклиматическая оценка эффективности территориального распределения посевных площадей под различные культуры / В.Ф. Логинов, В.С. Микуцкий, Г.П. Кузнецов, В.И. Мельник // Природопользование. – 2003. – № 9. – С. 59–61.
5. Сиротенко О.Д. Агрометеорологические аспекты оптимизации использования земельных ресурсов / О.Д. Сиротенко, В.Н. Павлова // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 12. – С. 84–95.
6. Посевные площади и фактический сбор урожая сельскохозяйственных культур по Витебской области в 1987 г. – Витебск, 1987. – 75 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Минстат Республики Беларусь, 2004. – 290 с.
8. Статистический ежегодник Гродненской области, 2003 г. – Минск: Минстат Республики Беларусь, 2003. – 400 с.
9. Статистический ежегодник Минской области, 2005 г. – Минск: Минстат Республики Беларусь, 2005. – 296 с.
10. Регионы Республики Беларусь, 2006.: стат. сб. – Минск: Минстат Республики Беларусь, 2006. – 794 с.
11. Мельник В.И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы Полесья / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская // Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: Материалы Междунар. семинара. – Пинск, 2007. – С. 221–225.

SUMMARY

The research results of the efficiency of modern territorial distribution of land for various farming crops cultivation, executed at a level of Belarus administrative areas, are stated in the article. The adaptation ability coefficient of sown land under crop cultivation to soil-climatic territory conditions is calculated as a function of variation factors of crop productivity data series and sown land areas, a correlation factor of yield productivity with sown lands area.

РОЛЯ ЭКАНАМІЧНЫХ АДНОСІН У ФАРМІРАВАННІ КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТАЎ СЕЛЬСКИХ АГЛАМЕРАЦЫЙ

Да з'яўлення чалавека змены ў ландшафтнай сферы Зямлі падпарадкоўваліся прыроднай мэтазгоднасці. З верхняга палеаліту прыродная мэтазгоднасць актыўна перажывае ўздзеянне эканоміка-геаграфічнага працэсу (антрапасацыя-генезу), а роля эканамічнага фактару ў фарміраванні сістэмы «грамадства – прырода» няспынна ўзрастае [1].

Уздзеянне эканамічнага фактару на фарміраванне культурных ландшафтаў можна даследаваць праз аналіз эканамічных адносін. У механізме іх станаўлення і рэгулявання ўдзельнічаюць не толькі рыначныя і нярыначныя элементы, але і ўнутраная няўстойлівасць, абумоўленая неадназначнасцю і супярэчлівасцю саміх трансфармацыйных працэсаў [2]. Гэта патрабуе ўдасканалвання іх пазнання ў напрамку развіцця і ўдакладнення катэгорыяльнага апарату, вызначэння яго месца і ўзаемасувязі з наяўнай сістэмай катэгорый, заканамернасцей і інш. Даследаванне сутнасці эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў на сучасным этапе магчыма з дапамогай сістэмнага падыходу, у адзінстве іх сацыяльна-эканамічнага і функцыянальнага зместу і развіцця, спецыфікі праяўлення ў перыяд трансфармацыі.

Эканамічныя адносіны фарміравання культурных ландшафтаў на любым этапе антрапагенезу павінны забяспечваць стварэнне пэўных умоў. Да іх адносяцца такія, што спрыяюць, стымулюць і падтрымліваюць самавыяўленне чалавека ў адзінстве з прыродай, садзейнічаюць высокапрадукцыйнай працы, поўнай рэалізацыі індыўідуальных здольнасцей людзей і атрыманне такога працоўнага даходу, які дазволіў бы без шкоды для здароўя найбольш поўна задавальняць патрэбнасці кожнага чалавека. На практыцы сфарміравання патрабаванні да культурных ландшафтаў сельскіх агламерацый вядуць да супярэчнасцей паміж удзельнікамі адносін, якія праяўляюцца ў парушэнні законаў функцыянавання і развіцця прыродных ландшафтаў [3]. З гэтай нагоды рэгуляванне эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў павінна забяспечваць на практыцы прыняцце найбольш эфектыўных кампрамісных варыянтаў для іх вырашэння.

Сутнасць рэгулявання эканамічных адносін пры фарміраванні культурных ландшафтаў заключаецца ва ўздзеянні суб'ектаў гэтага пра-

цэсу на прыродныя географічныя кампаненты, умовы і фактары фарміравання і выкарыстання чалавечага капіталу на розных узроўнях яго рэалізацыі. Састаўнымі часткамі чалавечага капіталу з'яўляюцца:

- імкненне зберагчы адзінства прыроды і чалавека;
- стварэнне ўмоў для эфектыўнай вытворчасці;
- стварэнне камфортнага асяроддзя для пражывання, якое забяспечвае здароўе чалавека не толькі за кошт умоў, дастатковых для вытворчасці матэрыяльных і духоўных даброт;
- географічная мабільнасць.

Эканамічныя адносіны вызначаюць спосаб існавання і самавыяўлення чалавека, якія выражаюцца ў той ці іншай ступені напружанасці яго сіл і магчымасцей у працэсе ўзаемадзеяння з прыродай і сацыяльным асяроддзем для стварэння матэрыяльных і духоўных даброт. Так, паколькі эканамічныя адносіны на любым этапе развіцця грамадства павінны забяспечваць стварэнне ўмоў для ўзнаўлення чалавечага капіталу, то заканамерна расце і ўзровень антрапагеннага пераўтварэння прыродных ландшафтаў як у шырыню, так і ў глыбіню. Уздзеянне чалавека на фарміраванне культурных ландшафтаў адбываецца ў розных відах і формах [4], якія вызначаюцца спосабамі і ўмовамі праяўлення чалавечага капіталу на ўзроўні асобных уласцівасцей і значных якасцей для суб'ектаў эканамічных адносін.

Асновай для вызначэння сферы эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў з'яўляюцца патрэбнасці людзей, якія ў сучасны момант ужо нельга звесці толькі да атрымання сродкаў існавання, а забяспечваюць патрэбнасць у самавыяўленні праз грамадска карысную дзейнасць, якая па-рознаму рэалізуецца ў залежнасці ад узроўню сацыяльна-эканамічнага развіцця грамадства. Трансфармацыйныя працэсы ў Беларускім Паазер'і ўсё больш пацвярджаюць выснову аб тым, што недастатковы ўлік матэрыяльных, экалагічных, дэмаграфічных, сацыяльных, псіхалагічных аспектаў пры выпрацоўцы захадаў макраэканамічнай стабілізацыі нараджае негатыўныя з'явы і працэсы ў сферы культурных ландшафтаў сельскіх агламерацый (зберажэнне малаўрадлівай раллі, уведзенай у сельскагаспадарчы абарот у перыяд адміністрацыйна-каманднага кіравання эканомікай; зберажэнне сфарміраванай на працягу апошніх

дзесяцігоддзяў спецыялізацыі гаспадарак; рэгрэсіўныя зрухі ў галіновай і прафесійна-кваліфікацыйнай структуры занятасці, дэфармацыя матывацыйных механізмаў і інш.). Таму патрэбна выпрацаваць канцэпцыю фарміравання культурных ландшафтаў, якая ўлічвае не толькі пазітыўны замежны вопыт краін з развітой рыначнай эканомікай, але і адлюстроўвае асаблівасці іх станаўлення і функцыянавання ва ўмовах пераходу да сацыяльна арыентаванай рыначнай сістэмы [3]. На думку А.Г. Ісачэнкі [5, с. 55], спецыялісты розных краін на практыцы пераканаліся ў тым, што рашэнне актуальных праблем сучаснасці, звязаных з аптымізацыяй прыроднага асяроддзя, настойліва дыктуе патрэбу апоры на ландшафтна-геаграфічную тэорыю.

Суб'ектамі эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў з'яўляюцца фізічныя і юрыдычныя асобы, грамадскія аб'яднанні і дзяржава з рознымі ролевымі ўстаноўкамі [1; 6].

Аб'екты эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў – гэта адносна самастойныя прыродныя географічныя кампаненты, якія развіваюцца як адзінае цэлае. У іх склад уваходзяць адасобленыя аспекты эканамічнай, сацыяльнай, матэрыяльнай і духоўнай рэчаіснасці, што маюць каштоўнасць сярод суб'ектаў і якія разглядаюцца рознымі суб'ектамі з розных пазіцый і бакоў. Усякая з'ява, што сама па сабе не з'яўляецца аб'ектам эканамічных адносін, становіцца ім у выпадку набыцця значнасці, каштоўнасці ў вачах суб'екта. Гэта ўключае дадзеную з'яву ў сукупнасць эканамічных адносін.

Крытэрыем ідэнтыфікацыі суб'ектаў эканамічных адносін пры фарміраванні культурных ландшафтаў у другой палове ХХ ст. у Беларусі з'яўляўся эканамічны інтарэс дзяржавы, які далёка не заўсёды быў дастаткова абгрунтаваным і мэтазгодным з-за недаацэнкі ўсіх фактараў і ўмоў, у прыватнасці, з пункту гледжання эфектыўнасці [1; 3]. Яна разлічвалася на перспектыву без уліку прагнозу магчымых змяненняў у разліковым перыядзе ва ўмовах экстэнсіўнага развіцця адзержаўленай эканомікі. Гэта прыводзіла да завышэння ўзроўню фарміруемых неэфектыўных культурных ландшафтаў у 60–80-я гг. мінулага стагоддзя. Такое магчыма толькі тады, калі пытанне аб якасці і колькасці любых мерапрыемстваў вырашаецца на карысць апошняга. Сітуацыю магчыма было б лёгка папярэдзіць шляхам лепшай арганізацыі вытворчых працэсаў і звязанай з ёй дзейнасці (удасканаленне тэхнікі, тэхналогій, павышэнне матэрыяльнай зацікаўленасці ў працы, умацаванне працоўнай дысцыпліны і г. д.).

Эканамічныя адносіны пры фарміраванні культурных ландшафтаў уяўляюць складаную, шматузроўневую сістэму адносін паміж іх суб'ек-

тамі, аб'ектамі і ўнутры суб'ектаў для дасягнення балансу паміж велічыняй антрапагеннай нагрузкі і патэнцыяльнымі магчымасцямі ландшафтаў.

Вывучэнне відаў і форм у пераходнай эканоміцы патрэбна для таго, каб, з аднаго боку, ліквідаваць катэгарыяльную недакладнасць, звязаную з азначэннямі эфектыўнага і рацыянальнага фарміравання культурных ландшафтаў. З іншага боку, увесці абгрунтаванае паняцце неэфектыўнага фарміравання культурных ландшафтаў, уласцівага нестабільнай трансфармацыйнай эканоміцы, вызначыць формы яе праяўлення для таго, каб мець магчымасць уздзеянчаць на сітуацыю з мэтай зніжэння дэструктыўных вынікаў неэфектыўнасці.

Пад эфектыўным ландшафтам варта разумець такі ландшафт, які садзейнічае найбольшаму прыросту матэрыяльных і духоўных дабrot, дазваляе мець найбольшы даход пры мінімуме ўздзеяння на прыродныя фактары, якія фарміруюць натуральны ландшафт. На нашу думку, эфектыўным з'яўляецца найбольш выніковы ландшафт, а гэта значыць, што ў крытэрыі яго эфектыўнасці неабавязкова закладваць патрабаванні максімальнай выніковасці, патрэбна ацэньваць эфектыўнасць яшчэ і з пункту гледжання затрат, у тым ліку і невытворчых. Да сказанага патрэбна дадаць, што частка параметраў ландшафту, у тым ліку і фізічных, да гэтага часу не мае дакладных колькасных значэнняў (напрыклад, уздзеянне асобных, створаных чалавекам элементаў культурных ландшафтаў на ўраджайнасць сельскагаспадарчых культур, на эрозію, здароўе чалавека, камфортнасць асяроддзя і інш.).

Сацыяльна-дэмаграфічная сітуацыя, з аднаго боку, і экалагічныя праблемы, якія абмяжоўваюць магчымасці экстэнсіўнага выкарыстання прыродных рэсурсаў, з другога боку, робяць немагчымым вяртанне да сістэмы прыняцця эканамічна неабгрунтаваных метадаў радыкальнага пераўтварэння ландшафтаў, якое ажыццяўлялася ў другой палове ХХ ст. у Беларускім Паазер'і пры камандна-адміністрацыйнай сістэме. Мерапрыемствы, накіраваныя на радыкальнае пераўтварэнне сфарміраваных прыродных ландшафтаў, павінны быць абгрунтаваны не толькі іх эканамічнай і экалагічнай эфектыўнасцю, але з улікам іх мэтазгоднасці і магчымасцей дзяржавы, а таксама геапалітычных умоў на момант разгляду.

Эфектыўнасць ландшафтаў, сфарміраваных чалавекам на пэўным прамежку часу, патрэбна разглядаць як тэарэтычнае паняцце, якое падразумявае выкарыстанне прыродных рэсурсаў толькі на канкрэтным этапе, калі дасягаецца найбольшая матэрыяльная эфектыўнасць. Па-

колькі знешнія ўмовы сістэмы зменлівыя ў часе, то менавіта будзе змяняцца і эфектыўнасць. Лагічна ўзнікае пытанне аб крытэрыях ацэнкі эфектыўнасці, якія характарызуюць ступень эфектыўнасці (эканоміку культурнага ландшафту) на розных этапах развіцця эканамічных адносін, якія накіраваны не толькі на павышэнне эфектыўнасці, але і на зніжэнне яе неэфектыўнасці. Для ацэнкі настолькі складанай сістэмы гэта фактычна не з'яўляецца адным і тым жа з-за немагчымасці дакладнага колькаснага ўліку ўсяго комплексу фактараў пры разглядзе з розных бакоў.

Ацэнку эфектыўнасці фарміравання культурных ландшафтаў варта разглядаць на:

- рэгіянальным узроўні з улікам градаўтваральных вытворчасцей, наяўнасці розных відаў угоддзяў, ахоўных і перспектыўных для гэтых мэт тэрыторый, перспектыўных для распрацоўкі крыніц карысных выкапняў, водных і іншых рэсурсаў, прыродных аб'ектаў, якія маюць рэкрэацыйнае значэнне і інш.;
- мікраўзроўні з улікам сфарміраванай структуры выкарыстання сельскагаспадарчых зямель, элементаў прыродных ландшафтаў, якія маюць мясцовае прыродаахоўнае і рэкрэацыйнае значэнне, рацыянальнага выкарыстання патэнцыялу сельскагаспадарчых зямель і пераапрацоўчых прадпрыемстваў, наяўнасці камунікацый і інш.

Самым спрэчным і нераспрацаваным з'яўляецца пытанне аб сацыяльнай эфектыўнасці фарміравання культурных ландшафтаў, якое разглядаецца з пункту гледжання задавальнення другасных патрэбнасцей суб'ектаў эканамічных адносін – занятасці, задавальнення сацыяльных патрэбнасцей, камфорту пражывання, магчымасцей у самавыяўленні і самаразвіцці, эканамічнай бяспекі і інш. [7–8].

Гэтыя пытанні звычайна застаюцца па-за ўвагай пры ацэнцы эфектыўнасці мерапрыемстваў, накіраваных на фарміраванне культурных ландшафтаў. Буйнамаштабныя работы па меліярацыі зямель, выкананыя ў Беларускім Пазер'і ў 70–80-я гг. XX ст., радыкальным чынам паўплывалі на фарміраванне культурных ландшафтаў. Ацэнку эфектыўнасці гэтых работ ажыццяўляюць па выніках дадаткова атрыманай сельскагаспадарчай прадукцыі, велічыня якой залежыць напраму ад узроўню агра-тэхнікі, які з-за дэфіцыту матэрыяльных рэсурсаў дзяржавы не адпавядаў праектнаму, хоць з года ў год і павышаўся.

Да сённяшняга часу не зроблена ацэнка сацыяльнай эфектыўнасці гэтых мерапрыемстваў. Фактычна амаль палавіна сродкаў, выдаткаваных на меліярацыю (якія пры правядзенні аналізу адносяць толькі да рэальнай сельскагаспадарчай прадукцыі), была выкарыстана на

стварэнне прамысловых прадпрыемстваў, што забяспечваюць галіну, інфраструктуры, аб'екты сацыяльна-культурнага значэння, жылля, зон рэкрэацыі, камунікацый і інш. Гэта садзейнічала стварэнню эфектыўных рабочых месц, занятаць на якіх дазваляла эфектыўна ўзнаўляць работнікам свой чалавечы патэнцыял (аднаўляць здароўе, адукацыю і іншыя яго характарыстыкі).

Эканамічныя адносіны пры фарміраванні культурных ландшафтаў – гэта складаная шматузроўневая сістэма адносін паміж суб'ектамі і аб'ектамі, якая вызначае фактары, умовы і формы прымянення чалавечага капіталу, што прадугледжвае стварэнне ўмоў для яго ўзнаўлення, развіцця і рэалізацыі. Аднак гэта немагчыма без забеспячэння ўмоў і магчымасцей эфектыўнага прымянення чалавечага капіталу, ацэнкі яго значнасці, стварэння спрыяльнага эканамічнага, сацыяльнага і экалагічна камфортнага асяроддзя з улікам сумеснага ўплыву на фарміруемыя ландшафты прыродных і антрапагенных фактараў. Менавіта дзяржаўныя і грамадскія інстытуты павінны забяспечыць навукова і практычна выверанае рэгуляванне гаспадарчай або іншай дзейнасці, звязанай з паступленнем шкодных рэчываў у прыроднае асяроддзе пры выкарыстанні экалагічна няшкодных прыродных рэсурсаў у вытворчасці, перапрацоўцы, захоўванні і транспарціроўцы розных відаў прадукцыі, матэрыялаў і рэчываў з мэтай забеспячэння максімальнага зніжэння негатыўнага ўплыву гэтай дзейнасці на геаграфічную абалонку.

Адносіны паміж дзяржавай і гаспадарчымі суб'ектамі рэгулююцца распрацаванымі дзяржавай законамі і нарматыўнымі актамі [6], закліканымі ліквідаваць або звесці да бяспечнага парогу ўзровень экалагічнай небяспекі. Яна можа ўзнікнуць у працэсе рэалізацыі гаспадарчай або іншай дзейнасці як у цяперашні час, так і ў будучыні, што прама і ўскосна можа зрабіць негатыўны ўплыў на стан навакольнага асяроддзя і здароўе насельніцтва. Формы гэтых адносін, выражаныя ў распрацаваных законах і нарматыўных актах, прадугледжваюць выкананне наступных прынцыпаў:

- прыярытэт права грамадства на спрыяльнае асяроддзе пражывання;
- гарманічнае спалучэнне эканамічных і экалагічных інтарэсаў;
- тэрытарыяльна-галіновыя і экалага-эканамічныя мэтазгоднасць любога плануемага віду дзейнасці;
- экалагічная сумяшчальнасць і бяспечнасць плануемай дзейнасці ў адпаведнасці з патрабаваннямі аховы прыроды.

Гэтыя прынцыпы з пункту гледжання гарманічнага спалучэння эканамічных і экалагічных

інтарэсаў, што вызначаюць эканамічныя адносіны суб'ектаў і аб'ектаў, практычна заўсёды характарызуюцца супярэчнасцямі і маюць процілеглую скіраванасць.

Ва ўмовах адзяржаўленай эканомікі, калі дзяржава выступае як гаспадарчы суб'ект і як інстытут, закліканы рэалізоўваць адносіны, зыходзячы з вызначаных прынцыпаў ва ўмовах абмежаваных магчымасцей (у цяперашні час нават вельмі абмежаваных), вымушана прымаць рашэнні далёка не рацыянальныя з экалагічнага пункту гледжання і нават небяспечныя. Гэтаму садзейнічае і нявызначанасць асяроддзефарміруючых паказчыкаў і іх варыябельнасць. Многія з іх не вызначаны, гэта значыць немагчыма дакладна ўлічыць іх пры прыняцці рашэнняў. Разам з тым яны значна ўплываюць на рашэнні па гаспадарчай ці іншай дзейнасці (абагульненыя паказчыкі прыродных асаблівасцей мясцовасці, накірункі вятроў, туманаў, паветраных інверсій, гідрагеалагічных умоў, рэльефу, падтапленняў, затапленняў і інш.).

Такім чынам, праяўленне відаў і форм эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў у дзяржаве непасрэдна залежыць ад рэальнай на пэўны момант часу эканамічнай сітуацыі, якая і вызначае эфектыўнасць рэгулявання гэтых адносін. Нават пры прыняцці на аснове вопыту краін з развітой эканомікай прагрэсіўных законаў і нарматыўных актаў пры неадпаведнасці эканамічных магчымасцей дзяржавы патрабаванням адзначаных актаў, яны не могуць быць рэалізаваны і таму на канкрэтным этапе становяцца ў абсалютнай большасці выпадкаў неістотнымі.

ЛІТАРАТУРА

1. Пилецкий, И.В. Теория, факторы и процессы, формирующие культурные ландшафты сельских агломераций (на примере Белорусского Поозерья): монография / И.В. Пилецкий. – 2004. – 250 с.
2. Рыночное реформирование экономики Беларуси: темат. сб. Вып. 2 / под общ. ред. Г.М. Лыча. – Минск: Акад. наук Беларуси, 1997. – 207 с.
3. Пилецкий, И.В. Социально-экономические проблемы развития культурных ландшафтов Белорусского Поозерья / И.В. Пилецкий // Куляшоўскія чытанні: тэз. дакл. У 2 ч. Ч. 2. – Мінск: МДУ імя А.А. Куляшова, 2004. – С. 20–22.
4. Характер, структура и факторы формирования экономических отношений / под ред. А.П. Моровой. – Минск: Навука і тэхніка, 1992. – 91 с.
5. Исаченко, А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – М., 1991. – 349 с.
6. Пилецкий, И.В. Делить и отнимать – деревню потерять / И.В. Пилецкий // Белорусская нива. – 2003. – 21 мая. – С. 3.
7. Давыденко, Л.Н. Государственное регулирование социально-экономических отношений / под ред. Л.Н. Давыденко. – Минск: БелНИИЭИ АПК, 1996. – 381 с.
8. Мау, В. Экономика и политика в условиях радикальной экономической реформы / В. Мау. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 55 с.

SUMMARY

The development of landscape sphere of the Earth proceeds under growing influence of economy-geographical process. The economic (relations) (determine) a way of existence and self-expression of a man. The reform regulation of the economic attitudes (relations) of formation of cultural landscapes should be based on acceptance of the effective conciliatory proposals. The kinds and forms of the economic (relations) of formation of cultural landscapes are (determined) by the economic situation, developing in the state.

РЭФЕРАТЫ

УДК 548:53

Марголин Л.Н., Гонтарев В.Ф., Неделько В.М. Пироэлектрические свойства кристаллов TGSP,TI // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 3–5.

При постоянных термодинамических параметрах (температура роста и пересыщение раствора) выращены кристаллы TGS, модифицированные таллием и фосфором. Исследованы пироэлектрические свойства кристаллов TGSP,TI по наиболее развитым пирамидам роста. Определены параметры пирокачества кристаллов TGSP,TI.

Табл. – 1. Рис. – 3. Библиогр. – 5 назв.

УДК 548:53

Добрянский В.М., Железнякова О.А., Лебедев С.А., Тарасевич Т.В. Особенности кристаллической структуры керамик $tL_2bA_2cAcU_2O_yF_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$), полученных с использованием высокого давления холодного прессования // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 5–8.

Синтезированы образцы высокотемпературной сверхпроводящей керамики состава $Tl_2Ba_2CaCu_2O_yF_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$) с применением высокого давления на стадии компактирования исходной шихты. Проведено уточнение кристаллической структуры с помощью Ритвельд метода. С ростом содержания фтора в системе $Tl_2Ba_2CaCu_2O_yF_x$ ($x=0; 0,1; 0,2$) происходит уменьшение носителей заряда (дырок), что сказывается на величине температуры перехода в сверхпроводящее состояние. Показано, что управление изменением расстояний Cu-Cu и CuO₂ - Ba может явиться одним из способов изменения T_c.

Рис. – 4. Библиогр. – 11 назв.

УДК 53(07)

Туняк У.М. Курс электрадынамікі: да вызначэння поля сферычнай абалонкі // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 8–9.

Пры яўным выкарыстанні сферычных каардынат і зручным выбары зменнай інтэгравання атрымоўваецца простае рашэнне класічнай задачы аб полі тонкай зараджанай абалонкі па прынцыпе суперпазіцыі электростатычных напружанасцей і патэнцыялаў.

Рыс. – 2. Бібліягр. – 5 назваў.

УДК 53 (07)

Бондар В.А., Гарбацэвіч С.А. Фізічны эксперымент у сучасным адукацыйным працэсе // Весці БДПУ, 2008. № 1. Серыя 3. С. 10–15.

Уздзімаецца пытанне аб неабходнасці правядзення назіранняў і эксперыменту пры вывучэнні фізікі, іх ролі ў навуковым пазнанні. Менавіта назіранні і эксперымент з'яўляюцца важнейшымі метадамі даследавання ў навуковым пазнанні, крыніцамі навуковых фактаў, на аснове якіх (у выніку тэарэтычнага аналізу і матэматычнай апрацоўкі) устаўляюцца навуковыя ісціны і робяцца абгульненні. У адрозненне ад навуковага назірання і эксперыменту, вучэбны эксперымент уяўляе сабой двухбаковы працэс, які ўключае дзейнасць настаўніка ў арганізацыі назірання і эксперыменту, і ўласнай дзейнасці навучэнцаў з іх уменнямі назіраць і ўспрымаць. Падкрэсліваецца, што, нягледзячы на наяўныя распрацоўкі ў галіне эксперыментальнай падрыхтоўкі студэнтаў педагагічных ВНУ, у будучых настаўнікаў назіраюцца некаторыя цяжкасці, звязаныя з правядзеннем дэманстрацыі і лабараторных

работ як традыцыйных, так і такіх, што патрабуюць выкарыстання сучаснага камп'ютэрнага абсталявання.

Бібліягр. – 15 назваў.

УДК 517.3

Русак В.М., Уазіз А.Х. Аб набліжэнні дадатнымі рацыянальнымі аператарамі ў інтэгральнай метрыцы // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 16–20.

Разглядаюцца дадатныя аператары з рацыянальнымі ядрамі, якія будуцца на аснове здабыткаў Бляшке і дзейнічаюць у прасторы $C(R)$ непарыўных на рэчаіснай восі функцый з канечным лімітам на бясконцасці. Знойдзены парадкавыя ацэнкі для адхіленняў апраксімацыйных аператараў у інтэгральнай метрыцы на класах гельдэраўскіх функцый у тэрмінах мажарантнай сумы, якая залежыць ад полюсаў.

Бібліягр. – 4 назвы.

УДК 517.968

Стэльмашук М.Т., Шылінец У.А., Кавалевіч А.У. Даследаванне задачы Кашы для сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 20–23.

Метадамі гіперкампліксных манагенных функцый даследавана задача Кашы для сістэмы дыферэнцыяльных раўнанняў у частковых вытворных другога парадку.

Бібліягр. – 14 назваў.

УДК 51(07)

Гацуро Е.С. Методические принципы организации учебной деятельности учащихся по развитию их математических способностей // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 23–27.

Рассматриваются основные принципы организации учебной деятельности школьников и правила обучения для их реализации, предлагаются методы и формы обучения, которыми желательно руководствоваться при организации математических курсов по выбору с целью математического развития обучающихся. Предлагается разработанная автором модель развития математических способностей учащихся при изучении ими курсов по выбору.

Рис. – 3. Библиогр. – 3 назв.

УДК 004(07)

Костюкович А.И. О построении графиков кусочно-непрерывных функций средствами Excel // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 28–29.

Предлагается методика построения графиков кусочно-непрерывных функций средствами электронных таблиц Excel. Она позволяет получать на графике точки, соответствующие значениям функции, принадлежащим только заданному промежутку.

Рис. – 3. Табл. – 2.

УДК 582.711.714

Бученков И.Э. Влияние НЭМ и НММ на семена некоторых сортов яблони домашней и айвы обыкновенной // Весці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 30–34.

Изучено влияние некоторых химических мутагенов на сорта яблони и айвы. Установлены оптимальные условия обработки семян химическими мутагенами.

Табл. – 2. Библиогр. – 15 назв.

УДК 581.2

Жудрик Е.В. Патогены и вредители стрелитции королевской (*Strelitzia reginae*) коллекции ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» и КУП «Цветы столицы» // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 35–38.*

В статье рассмотрены вопросы изучения и идентификации видового состава вредителей и возбудителей болезней стрелитции королевской при выращивании в условиях закрытого грунта Республики Беларусь. С целью защиты растений от поражения болезнями и вредителями при промышленном выращивании культуры в цветочных хозяйствах Беларуси предложена система защитных мероприятий.

Табл. – 4. Библиогр. – 8 назв.

УДК 582.572.226

Левая М.А. Влияние биологически активных веществ на устойчивость тюльпанов классов Кауфмана и Грейга к вирусу пестролепестности // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 38–42.*

Рассматриваются результаты изучения влияния биологически активных веществ: элибрасинолида, гомобрасинолида, гарианта, гидрогумата, мальтамина, сфагнина, таболина и их сочетаний на устойчивость тюльпанов классов Кауфмана и Грейга к вирусу пестролепестности. Выделены наиболее эффективные биологически активные вещества и их концентрации, оказывающие наибольшее влияние на поражаемость вирусом пестролепестности тюльпанов.

Рис. – 1. Библиогр. – 18 назв.

УДК 597.8

Обухович И.И., Янчуревич О.В., Ръжкая А.В., Хандогий А.В. Трофические связи зеленых лягушек с жертвами в условиях урбанизированного ландшафта // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 42–46.*

В результате исследования питания комплекса зеленых лягушек на территории г. Гродно (Беларусь) выявлено, что в рационе данных земноводных преобладают насекомые (91,45%), а также встречаются пауки (3,42%), моллюски (1,71%), мальки рыб (1,71%), пиявки (0,85%) и плоские черви (0,85%). Среди насекомых доминируют представители отрядов *Coleoptera* (31,78%), *Hemiptera* (28,04%) и *Hymenoptera* (23,36%). Набор кормов зеленых лягушек сильно меняется в зависимости от типа биотопа. Обнаружена обратная зависимость между величиной видового разнообразия, числом жертв в рационе амфибий и степенью антропогенной нагрузки.

Рис. – 2. Табл. – 1. Библиогр. – 20 назв.

УДК 591.2

Саварин А.А. О патологическом происхождении брегматической кости (*os fonticuli anterioris s. frontalis*) в черепе белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) Беларуси // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 47–51.*

Исследована серия черепов ($n > 350$) белогрудого ежа (*Erinaceus concolor* Martin, 1838), обитающего на всей территории Беларуси. Добавочная брегматическая кость (*os fonticuli anterioris s. frontalis*) присутствует в абсолютном большинстве случаев (в выборках по областям от 77,8 до 100%). Полученный результат не согласуется с гипотезой о наличии в Беларуси зоны симпатрии обоих морфотипов (с и без брегматической кости). На патологическое происхождение данной ворончатой кости указывают: наличие двух типов формирования множественной брегматической кости у сеголеток; изменение формы кости в постнатальный период; высокая частота встречаемости множественной брегматической кости у сеголеток и

взрослых особей. Появление новых точек окостенения и развитие добавочных костей представляют собой одну из форм компенсаторных процессов по уменьшению внутричерепного давления.

Рис. – 5. Табл. – 1. Библиогр. – 14 назв.

УДК 611–057.87

Кривицкий В.В. Динамика показателей функциональной асимметрии у учащихся минских вузов различной специализации // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 51–55.*

С использованием методов оценки характера латерализации моторно-сенсорных функций выявлены особенности распределения типов индивидуальных профилей асимметрии среди курсантов и студентов минских вузов, прослежены изменения в структуре профилей на протяжении первых двух лет обучения. Обнаружены межгрупповые различия, которые могут указывать на изменения индивидуальных профилей асимметрии в процессе онтогенеза или под влиянием условий обучения и образа жизни исследованных молодых людей.

Табл. – 2. Библиогр. – 7 назв.

УДК 577.34

Журавков В.В., Хвалей О.Д. Радиоактивное загрязнение наземной биомассы растений ¹³¹I при некорневом поступлении // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 55–57.*

На основании экспериментальных данных были определены численные значения коэффициента первичного удержания йода растительностью в зависимости от биомассы растений, относительной влажности воздуха, количества атмосферных осадков. Установлено наличие тесной зависимости между урожайностью наземной массы (биомассы) и величиной первичного удерживания радиоактивных осадков растительностью. По мере увеличения запаса растительной массы на единицу площади повышается степень удерживания радионуклидов.

Рис. – 2. Библиогр. – 8 назв.

УДК 582.475:551.5

Киселев В.Н., Матюшевская Е.В., Яротов А.Е., Митрахович П.А. Межландшафтные различия в реакции ели на изменчивость климатических факторов // *Весті БДПУ. 2008. № 1. Серья 3. С. 58–62.*

Выполнен сравнительный анализ изменчивости радиального прироста ели под воздействием климатических факторов для ее насаждений на плакорах в зонально-климатических условиях смешанных (подтаежных) лесов и в экстразональных «островных» локалитетах широколиственных лесов (Полесье). Реакция ели на изменчивость климатических факторов зависит от принадлежности ее насаждений к ландшафтам в зональных и экстразональных нахождении.

В климатических условиях Беларуси у ели на плакорах зоны смешанных (подтаежных) лесов и в сравниваемых экстразональных локалитетах зоны широколиственных лесов до переломного момента 1976 г. отсутствовала статистически значимая зависимость от метеофакторов (температуры воздуха и осадков). После 1976 г., в условиях возросшей неустойчивости погодноклиматических условий при потеплении климата индексный прирост ели приобрел прямую связь с осадками безлиственного периода. В экстразональных локалитетах Полесья он также стал зависеть не только от осадков, но и температуры безлиственного периода. В этом заключено основное межландшафтное различие в реакции ели на изменчивость климатических факторов.

Рис. – 4. Табл. – 3. Библиогр. – 17 назв.

УДК 551.515(476)

Серых Н.Д., Ясавееў М.Г., Ясавеева Н.І. Трансгранічны перанос – забруджванне атмасфернага паветра Рэспублікі Беларусь // Вестці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 63–66.

Разглядаецца праблема забруджвання атмасфернага паветра Рэспублікі Беларусь шкоднымі рэчывамі суседніх краін. Прыведзены даныя аб забруджванні атмасфернага паветра Беларусі такімі рэчывамі як сера, акіслены і адноўлены азот, свінец і інш.

Рыс. – 2. Бібліягр. – 5 назваў.

УДК 551.58

Камышанка Г.А. Оценка эффективности использования почвенно-климатических ресурсов при территориальном распределении посевов // Вестці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 66–71.

В статье представлены результаты исследования эффективности современного территориального распределения посевных площадей под различные сельскохозяйственные культуры, выполненного на уровне административных областей Беларуси. Коэффициент адаптивности посевных площадей, выделенных под культуру, к почвенно-климатическим условиям территории рассчитывается как функция коэффициентов вариации рядов данных по урожайности культуры и посевным площадям, коэффициента корреляции урожайности с размером посевных площадей.

Табл. – 6. Библиогр. – 11 назв.

УДК 551.4:33

Пілецкі І.В. Роля эканамічных адносін у фарміраванні культурных ландшафтаў сельскіх агламерацый // Вестці БДПУ. 2008. № 1. Серыя 3. С. 72–75.

Са з'яўленнем чалавека ландшафтная сфера Зямлі развіваецца пад уплывам эканоміка-геаграфічнага працэсу, калі эканамічныя адносіны вызначаюць спосаб існавання і самавыяўлення чалавека. Рэгуляванне эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў павінна быць скіравана на прыняцце эфектыўных кампрамісных рашэнняў. Ацэнку эфектыўнасці фарміравання культурных ландшафтаў патрэбна праводзіць на рэгіянальным узроўні і мікраўзроўні. Віды і формы эканамічных адносін фарміравання культурных ландшафтаў вызначаюцца рэальнай эканамічнай сітуацыяй у дзяржаве.

Бібліягр. – 8 назваў.

НАШИ АВТОРЫ

Бондарь В.А. – кандидат физико-математических наук, профессор кафедры общей физики БГПУ.

Бученков И.Э. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ.

Гацуру Е.С. – аспирант кафедры математики БГПУ.

Гонтарев В.Ф. – инженер кафедры информатики и вычислительной техники БГПУ.

Горбачевич С.А. – соискатель кафедры методики преподавания физики БГПУ.

Добрянский В.М. – доктор технических наук, профессор кафедры общей физики БГПУ.

Железнякова О.А. – магистрант кафедры общей физики БГПУ.

Жудрик Е.В. – аспирант кафедры ботаники и основ сельского хозяйства БГПУ.

Журавков В.В. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник МГЭУ им. А.Д. Сахарова.

Камышенко Г.А. – кандидат технических наук, и. о. ученого секретаря ГНУ «Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси».

Киселев В.Н. – доктор географических наук, профессор кафедры физической географии БГПУ.

Ковалевич А.В. – студент V курса физического факультета БГПУ.

Костюкович А.И. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики и основ электроники БГПУ.

Кривицкий В.В. – аспирант Отдела антропологии и экологии ГНУ «ИИЭФ им. К. Крапивы НАН Беларуси».

Лебедев С.А. – младший научный сотрудник ГНУ ОИФТТП НАН Беларуси.

Левая М.А. – преподаватель кафедры естественных и математических дисциплин с методиками преподавания БарГУ.

Марголин Л.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики БГПУ.

Матюшевская Е.В. – кандидат географических наук, доцент, ведущий научный сотрудник кафедры физической географии БГПУ.

Митрахович П.А. – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник кафедры физической географии БГПУ.

Неделько В.М. – магистрант кафедры педагогики БГПУ.

Обухович И.И. – магистрант кафедры общей биологии БГПУ.

Пилецкий И.В. – кандидат технических наук, доцент кафедры дошкольного и начального образования ВГУ.

Русак В.Н. – доктор физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа БГПУ.

Рыжая А.В. – старший преподаватель кафедры зоологии ГрГУ.

Саварин А.А. – ассистент кафедры экологии, заместитель декана геолого-географического факультета ГГУ.

Серых Н.Д. – аспирант кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ.

Стельмашук Н.Т. – кандидат физико-математических наук, профессор кафедры математического анализа БГПУ.

Тарасевич Т.В. – аспирант ГНУ ОИФТТП НАН Беларуси.

Туняк В.Н. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры экспериментальной и теоретической физики БГПУ.

Уазиз А.Х. – аспирант кафедры математического анализа БГПУ.

Хандогий А.В. – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой зоологии БГПУ.

Хвалец О.Д. – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры общей биологии БГПУ.

Шилинец В.А. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики БГПУ.

Янчуревич О.В. – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии ГрГУ.

Яротов А.Е. – младший научный сотрудник кафедры физической географии БГПУ.

Ясовеев М.Г. – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры экономической географии и охраны природы БГПУ.

Ясовеева Н.И. – студент III курса факультета естествознания БГПУ.