

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВЕСТНИК

ПСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ

«Естественные и физико-математические науки»

Выпуск 5

Псков
2014

УДК 94(47).084.3
ББК 63.3(2Рос.-4Пс)
В348

В348

Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 5. — Псков : Псковский государственный университет, 2014. — 210 с.

Редакционный совет журнала «Вестник ПсковГУ»:

Демьяненко Ю. А. — председатель (Псков, Россия), Истомин А. В. — заместитель председателя (Псков, Россия), Вертешев С. М. (Псков, Россия), Балюкова И. Б. (Псков, Россия), Васильев С. В. (Псков, Россия), Витковская И. М. (Псков, Россия), Иванова Н. В. (Псков, Россия), Какурин А. С. (Псков, Россия), Кужанова Н. И. (Псков, Россия), Лёхин С. Н. (Псков, Россия), Маслова Г. Г. (Псков, Россия), Медведева И. Н. (Псков, Россия), Никитина Н. П. (Псков, Россия), Николаев М. А. (Псков, Россия), Пашкевич В. Я. (Даугавпилс, Латвия), Разумовская А. Г. (Псков, Россия), Сафронов П. И. (Псков, Россия), Ханин С. Д. (Санкт-Петербург, Россия).

Редакционная коллегия серии «Естественные и физико-математические науки» журнала «Вестник ПсковГУ»: Соловьёв В. Г. — главный редактор (Псков, Россия), Прокофьев В. В. (Псков, Россия), Теренина Н. К. (Псков, Россия), Артюнина Г. П. (Псков, Россия), Белов В. С. (Псков, Россия), Верховзин А. Н. (Псков, Россия), Винокуров О. А. (Псков, Россия), Волков В. С. (Оденсе, Дания), Истомина Н. Б. (Псков, Россия), Кабаченко В. В. (Псков, Россия), Мотайленко Л. В. (Псков, Россия), Романов С. Г. (Эрланген, Германия), Слинчак А. И. (Псков, Россия), Соловьева И. О. (Псков, Россия), Хватцев А. А. (Псков, Россия).

БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 502.74

В. В. Борисов, Л. П. Урядова, Л. С. Щеблыкина

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПЛОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ АЭРОДРОМА ГОРОДА ПСКОВА

В работе представлены результаты изучения распределения фауны и населения птиц на территории аэродрома города Пскова за 1989, 1995 и 2012–2014 гг. Выявлен видовой состав и плотность населения птиц на разных участках, установлены общие закономерности сезонного пребывания видов и использования ими территории аэродрома.

Ключевые слова: аэродром, видовой состав, плотность населения, сезонное пребывание видов.

По данным В. Э. Якоби [4] ежегодно в гражданской авиации регистрируется около 4 тыс. столкновений самолётов с птицами. В результате возникает необходимость дорогостоящего ремонта самолётов, иногда такие лётные происшествия заканчиваются катастрофой. 70 % столкновений приходится на район аэродрома, особенно на участках взлёта и посадки самолётов.

Современные аэродромы занимают огромные территории. Кроме взлётно-посадочных полос (ВПП), рулёжных дорожек (РД), аэровокзалов, служебных помещений, ангаров, в район каждого аэродрома входит обширная полоса отчуждения. В целом, территория аэродрома представляет собой своеобразный заповедник [3]. Разнообразие биотопов, обилие кормов, наличие убежищ для размещения гнёзд, отсутствие фактора беспокойств со стороны хищников привело к тому, что на территории аэродрома сложились своеобразные орнитоценозы, включающие птиц разных экологических групп.

В 1975 г. в приказе Министра гражданской авиации за № 75 от 28.04.75 г. «О мерах по предотвращению столкновений воздушных судов с птицами» требовалось организовать орнитологическое обследование аэродромов и по результатам обследования провести необходимые мероприятия по снижению привлекательности территории аэродромов для птиц, а также обеспечить систематические наблюдения за массовыми перелётами птиц.

С увеличением массы самолётов, их скорости, длины ВПП проблема столкновений самолетов с птицами становилась все острее. О необходимости проведения орнитологических исследований и разработки рекомендаций орнитологов по проблеме защиты самолётов говорится в приказах МГВ № 709/V от 21.10.83 г. «О совершенствовании орнитологического обеспечения безопасности полётов», № 734/7 от 22.10.85 г. «Об орнитологическом обеспечении безопасности полётов», циркуляре МГВ № 5.1-30 от 20.05.87 г. «Об орнитологическом обеспечении полётов».

В связи с необходимостью подобных работ, орнитологические исследования аэропорта г. Пскова начались в 1989 г. [1], были повторены в 1995 г. [2] и вновь

возобновлены в 2012–2014 гг. Изучение птиц проводили методом абсолютного учёта на площадках с апреля по октябрь. Учётами были охвачены наиболее типичные участки аэродрома: I — островной участок смешанного леса, II — грунтовая ВПП, III — участок между ВПП и РД, IV — район аэровокзала и подсобных служб.

Особого внимания заслуживают два участка в непосредственной близости от территории аэродрома: болото, расположенное вблизи начала ВПП и ныне существующее, и болото, существовавшее до реконструкции взлётно-посадочной полосы в середине 90-х годов.

В 1989 г. в гнездовый период был отмечен 41 вид птиц, в 1995 г. — 45 видов, в 2012–2014 гг. — 68 видов. Общий список птиц за все годы наблюдений включает 73 вида из 12 отрядов (табл. 1).

Таблица 1
Видовой состав птиц, отмеченных на территории аэродрома города Пскова в 1989, 1995 и 2012–2014 гг.

	Систематический состав птиц	Территория аэро-порта	Поле между ВПП и РД	Грунтовая ВПП	Лесной массив
	ОТРЯД ВЕСЛОНОГИЕ <i>PELECANIFORMES</i>				
1.	Большой баклан <i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)			пролёт	
	ОТРЯД АИСТООБРАЗНЫЕ <i>CICONIIFORMES</i>				
2.	Белый аист <i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	+			
	ОТРЯД ГУСЕОБРАЗНЫЕ <i>ANSERIFORMES</i>				
3.	Гуменник <i>Anser fabalis</i> (Latham, 1787)		пролёт	пролёт	пролёт
4.	Кряква <i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
	ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ <i>FALCONIFORMES</i>				
5.	Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)			+	
6.	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)			+	+
7.	Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+
8.	Чеглок <i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
	ОТРЯД КУРООБРАЗНЫЕ <i>GALLIFORMES</i>				
9.	Тетерев <i>Lyrurus tetrix</i> (Linnaeus, 1758)		+		
	ОТРЯД ЖУРАВЛЕОБРАЗНЫЕ <i>GRUIFORMES</i>				
10.	Коростель <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	
	ОТРЯД РЖАНКООБРАЗНЫЕ <i>CHARADRIIFORMES</i>				
11.	Малый зуёк <i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)	+			

Продолжение таблицы 1

12.	Чибис <i>Vanellus vanellus (Linnaeus, 1758)</i>	+	+	+	
13.	Травник <i>Tringa totanus (Linnaeus, 1758)</i>		+	+	
14.	Бекас <i>Gallinago gallinago (Linnaeus, 1758)</i>		+		
15.	Вальдшнеп <i>Scolopax rusticola Linnaeus, 1758</i>			+	
16.	Большой кроншнеп <i>Numenius arquata (Linnaeus, 1758)</i>		пролёт	+	
17.	Озёрная чайка <i>Larus ridibundus Linnaeus, 1766</i>	+	+	+	+
18.	Серебристая чайка <i>Larus argentatus (Pontoppidan, 1763)</i>	+			
19.	Сизая чайка <i>Larus canus (Linnaeus, 1758)</i>	+		+	
	ОТРЯД ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ <i>COLUMBIFORMES</i>				
20.	Вяхирь <i>Columba palumbus (Linnaeus, 1758)</i>				+
21.	Сизый голубь <i>Columba livia (Gmelin, 1789)</i>	+		+	
	ОТРЯД КУКУШКООБРАЗНЫЕ <i>CUCULIFORMES</i>				
22.	Обыкновенная кукушка <i>Cuculus canorus (Linnaeus, 1758)</i>				+
	ОТРЯД СТРИЖЕОБРАЗНЫЕ <i>APODIFORMES</i>				
23.	Чёрный стриж <i>Apus apus (Linnaeus, 1758)</i>	+	+	+	+
	ОТРЯД ДЯТЛООБРАЗНЫЕ <i>PICIFORMES</i>				
24.	Желна <i>Dryocopus martius (Linnaeus, 1758)</i>				+
25.	Большой пёстрый дятел <i>Dendrocopos major (Linnaeus, 1758)</i>				+
26.	Белоспинный дятел <i>Dendrocopos leucotos (Bechstein, 1803)</i>				+
	ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ <i>PASSERIFORMES</i>				
27.	Береговая ласточка <i>Riparia riparia (Linnaeus, 1758)</i>	+			
28.	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica Linnaeus, 1758</i>	+	+	+	
29.	Воронок <i>Delichon urbica (Linnaeus, 1758)</i>	+	+	+	
30.	Полевой жаворонок <i>Alauda arvensis Linnaeus, 1758</i>	+	+	+	+
31.	Полевой конёк <i>Anthus campestris (Linnaeus, 1758)</i>				+
32.	Лесной конёк <i>Anthus trivialis (Linnaeus, 1758)</i>			+	

Продолжение таблицы 1

33.	Луговой конёк <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+
34.	Жёлтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+
35.	Белая трясогузка <i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		
36.	Обыкновенная иволга <i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)				+
37.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
38.	Сойка <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)				+
39.	Сорока <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
40.	Галка <i>Corvus monedula</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
41.	Грач <i>Corvus frugilegus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		
42.	Серая ворона <i>Corvus cornix</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
43.	Ворон <i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)	+			+
44.	Лесная завирушка <i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)				+
45.	Камышевка-барсучок <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
46.	Зелёная пересмешка <i>Hippolais icterina</i> (Vieillot, 1817)				+
47.	Черноголовая славка <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)				+
48.	Садовая славка <i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)			+	+
49.	Серая славка <i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)	+	+	+	+
50.	Славка-завирушка <i>Sylvia curruca</i> (Linnaeus, 1758)			+	
51.	Пеночка весничка <i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	+			+
52.	Пеночка теньковка <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)				+
53.	Пеночка-трещотка <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)				+
54.	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
55.	Обыкновенная каменка <i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	
56.	Зарянка <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)				+
57.	Обыкновенный соловей <i>Luscinia luscinia</i> (Linnaeus, 1758)			+	+
58.	Рябинник <i>Turdus pilaris</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+

Окончание таблицы 1

59.	Чёрный дрозд <i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)				+
60.	Белобровик <i>Turdus iliacus</i> (Linnaeus, 1766)				+
61.	Певчий дрозд <i>Turdus philomelos</i> C.L. (Brehm, 1831)				+
62.	Буроголовая гаичка <i>Parus montanus</i> (Baldenstein, 1827)				+
63.	Обыкновенная лазоревка <i>Parus caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)				+
64.	Большая синица <i>Parus major</i> (Linnaeus, 1758)			+	+
65.	Обыкновенный поползень <i>Sitta europaea</i> (Linnaeus, 1758)				+
66.	Домовый воробей <i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	+			
67.	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
68.	Обыкновенная зеленушка <i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758)	+			+
69.	Черноголовый щегол <i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
70.	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)			+	+
71.	Обыкновенный снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)				+
72.	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i> (Linnaeus, 1758)			+	+
73.	Тростниковая овсянка <i>Emberiza schoeniclus</i> (Linnaeus, 1758)			+	
	Всего видов	26	30	36	49

Наиболее многочисленный по количеству видов отряд Воробьинообразные (64,38 %), на втором месте — Ржанкообразные (12,33 %). Заслуживает внимание присутствие в составе видов Соколообразных (обыкновенный канюк, камышовый лунь, тетеревиатник, чеглок), но они отмечены единично и не ежегодно (табл. 2).

Из 73 видов птиц, отмеченных за столь общий длительный период времени, 45 (61,64 %) видов гнездятся (наличие брачного поведения, гнёзд, птенцов) и 13 (17,80 %), возможно, гнездятся на территории аэродрома или в непосредственной близости от него. В связи с тем, что большая часть аэродрома представлена открытыми ландшафтами, 12 видов (16,44 %) — виды посетители: кормятся или используют территорию для перемещений. Два вида (большой баклан и гуменник) — отмечены в период миграций. 11 видов (15,07 %) — типичные синантропы.

Общая плотность всех встреченных птиц в гнездовое время на территории аэродрома была максимальна в 1989 г. и составила 360 пар/км². Это почти в 2 раза выше, чем плотность птиц в естественных биотопах.

Участок I — островной смешанный лес, прилегает с юго-западной стороны и расположен полосой вдоль рулежной дорожки (площадь с учётом удлинённой взлёт-

ной полосы в 2012–2014 гг. составила 27,6 га). В составе древостоя преобладают лиственные породы деревьев, хорошо выражена кустарниковая зона и прилегающая открытая полоса. Здесь в ходе учётов было отмечено 49 видов птиц. Видовое разнообразие здесь объясняется сочетанием различных местообитаний, благоприятных для птиц разных экологических групп. 42 (85,71 %) вида из них гнездится и возможно гнездится. Максимальная плотность гнездования — 440 пар/км². Такой высокий показатель плотности определяется опушечным эффектом. Наиболее многочисленными здесь являются типичные опушечные виды: весничка (до 100 пар/км²), рябинник (до 30 пар/км²), серая славка (до 27 пар/км²). Потенциально самолётоопасными видами из гнездящихся здесь птиц являются врановые (ворона, сорока), дрозды (рябинник), вяхирь и скворец. Кроме этих видов угрозу могут представлять и другие: крак-ва и озёрная чайка, которые отмечены в канавах вдоль кромки РД.

Таблица 2

Систематический состав птиц, отмеченных на территории аэродрома
в период с 1989 по 2014 гг.

№	Отряды	Кол-во видов	%
1.	Веслоногие	1	1,37
2.	Аистообразные	1	1,37
3.	Гусеобразные	2	2,74
4.	Соколообразные	4	5,48
5.	Курообразные	1	1,37
6.	Журавлеобразные	1	1,37
7.	Ржанкообразные	9	12,33
8.	Голубеобразные	2	2,74
9.	Кукушкообразные	1	1,37
10.	Стрижеобразные	1	1,37
11.	Дятлообразные	3	4,11
12.	Воробьинообразные	47	64,38
	Всего	73	100,00

Участок II — полоса шириной 250 м, разделяющая ВПП и РД (учётная площадь 42,5 га), поверхность неровная, местами кочковатая, есть пониженные сырые участки, кустарник практически отсутствует, территория покрыта осоками, таволгой, злаками. За все годы учётов здесь отмечено 30 видов птиц, 12 (40,00 %) из них — гнездящиеся, 17 (56,67 %) — на этой территории виды посетители и 1 вид отмечен на пролёте. Плотность гнездования колебалась от 85 до 106 пар/км². Типичными гнездящимися являются: жаворонок полевой (доминантный вид, до 49 пар/км² в 2014 г.), чекан луговой (субдоминантный вид, до 33 пар/км²), трясогузка жёлтая (до 14 пар/км²). Почти в два раза уменьшилась плотность гнездования чибиса (с 24 пар/км² в 1989 г. до 12 ос/км² в 2014 г.). В 2012–2014 гг. здесь с признаками брачного поведения отмечались бекас и травник (по две пары). Среди кормящихся и отдыхающих птиц на данном участке отмечены озёрная чайка, галка, ворона, крак-ва, сорока.

III участок — грунтовая ВПП (учётная площадь 17 га в 1995 году, 43,2 га — после удлинения и расчистки в 2012–2014 гг.), поверхность ровная, покрытая разнотравьем, на окраине со стороны города куртины кустов. Травостой ежегодно скашивается. За все годы наблюдений здесь отмечено 36 видов, из них 13 (36,11 %) видов

— гнездящиеся. Плотность гнездования от 206 до 318 пар/км². Наиболее многочисленными являются птицы лугов — жаворонок полевой (до 110 пар/км²), чекан луговой (до 53 пар/км²). По сравнению с предыдущими наблюдениями в 2012–2014 гг. плотность населения чибиса с 50 пар/км² снизилась до 5 пар/км², не встречен здесь и травник. Среди кормящихся птиц наиболее многочисленными были галка, озёрная чайка, сизый голубь, рябинник, стриж. Всё это достаточно крупные птицы со стремительным полётом, которые могут представлять опасность для самолётов. Не менее опасными являются пролётные гуменники, большой баклан и единично встреченные большой кроншнеп, сизая чайка, ястреб-тетеревятник, лунь.

IV участок — часть открытого пространства между аэровокзалом и ВПП. Часть территории заасфальтирована, часть покрыта травостоем, который скашивается, часть заросла кустарником. Здесь отмечено 26 видов птиц. По характеру пребывания типичны и многочисленны отдыхающие (чайки: озёрная и сизая), кормящиеся (галка, ворона, сизый голубь) и транзитные виды (ворона, галка, сорока, озёрная чайка, крикva). Опасными являются, прежде всего, транзитные виды, которые каждый день пересекают данную территорию и далее ВПП. Эти птицы ежедневно совершают разлёт из района Крестов для кормежки на полях и свалке.

Особую опасность для самолетов представляют орнитоценозы болот, вблизи аэродрома. Первое болото находится в 400 м от начала ВПП. Здесь ежегодно гнездятся водоплавающие птицы: озёрная чайка, крикva, несколько пар сизых чаек, лысуха. Самыми многочисленными являются озёрные чайки, численность которых в отдельные годы достигала 200 пар. Чайки — крупные птицы, ежедневно разлетаются на кормежку на поля и свалки. Потроженные взрослые птицы поднимаются над водоёмом и долго на высоте до 50–70 м держатся в воздухе.

В 1995 году в конце взлётной полосы на месте котлованов бывших торфоразработок были небольшие заболачивающиеся водоёмы. Такие условия привлекают на гнездование водоплавающих и околоводных птиц. В 1995 г. здесь отмечены 15 пар сизых чаек, 10 пар озёрных чаек, 4 пары крикв и 2 пары красноголовых нырков. После реконструкции взлётной полосы водоёмы были ликвидированы, соответственно в 2012–2014 гг. выше перечисленные виды здесь не отмечены.

Орнитоценозы аэродрома начинают формироваться в апреле. В I декаде апреля в 1995 г. на территории аэропорта отмечено 15 видов птиц, из них 6 синантропных видов (враповые) и птицы, которые появились в 1–2 волну прилёта: грач, скворец, полевой жаворонок, белая трясогузка, чибис, сизая и озёрная чайка, крикva и некоторые хищники. Во II декаду на изучаемой территории появились кулики (бекас, травник) и воробьиные (дрозды, коньки и др.). В это же время над территорией аэродрома идет пролёт (транзит) водоплавающих и околоводных (морские чайки, гуси, утки, кулики) и воробьиных птиц. Разгар пролёта этих видов падает на III декаду апреля и I декаду мая. Так, 11 мая 1995 г. еще были отмечены сотенные стаи гусей, летящие на высоте свыше 100 м, в северо-восточном направлении. В 2012–2014 гг. последовательность прилёта птиц на территорию аэродрома сохранялась.

Общее направление пролётных птиц с запада, юго-запада на восток и северо-восток. Основной пролёт крупных водоплавающих и околоводных птиц идёт на высоте примерно от 75 до 200 м. Мелкие воробьиные летят ниже: их потолок до 50–100 м. Кроме того, они с 10–11 часов начинают опускаться на аэродром для кормежки и от-

дыха. В эти же сроки в районе аэропорта существуют ещё 2 явных пролётных пути — это «коридор» между зданием аэропорта, ВПП и РД, по которому ежедневно птицы совершают разлёт на кормежку и обратно, и второй такой же «коридор» в конце ВПП. Эти коридоры особенно загружены в первые полтора-два часа после рассвета и вечером до заката. Высота пролёта небольшая — до 50–70 м. Оба этих коридора сохраняются в течение всего года, так как врановые обитают здесь круглогодично.

В июле заканчивается гнездование птиц и начинаются кормовые кочёвки. Видовой состав в этот период обедняется за счёт отлёта с мест гнездования куликов (чибис, бекас, травник), многих воробьиных птиц, особенно дендрофилов. В то же время, численность некоторых видов птиц увеличивается за счёт молодых особей. На открытых пространствах аэродрома, особенно там, где проводится систематическое сенокошение, по обочинам ВПП и РД рассредоточиваются в дневное время на кормежку врановые (галка, ворона, грач, сорока), чайки, дрозды, скворцы. Асфальтированная поверхность ВПП и РД, которая нагревается за день, и территория перед аэровокзалом служит местом отдыха чаек. До июля в гнездовое время концентрация чаек была, прежде всего, в районе болот. С июля по август они разлетаются из района гнездования и таким ближайшим удобным местом является территория аэропорта. Здесь чайки проводят большую часть суток, в это время они представляют наибольшую опасность для самолётов. По литературным данным также известно, что в этот период опасность столкновения птиц с самолётами возрастает в 5–6 раз [3]. Это подтверждают и наши наблюдения. Кроме того, в июле-августе, на территории аэродрома отмечаются многочисленные смешанные стаи (15–20 особей), состоящие из коньков, трясогузок, жаворонков, а также большое число ласточек, кормящихся в воздухе (до 50 особей за учёт).

Таким образом, в связи с разнообразием условий, на территории аэродрома сформировался своеобразный орнитоценоз, состоящий из птиц разных экологических групп, с достаточно богатым видовым составом и высокой численностью, превышающей таковую в естественных биотопах. Птицы обладают высокой экологической пластичностью и быстро занимают все подходящие места.

Полностью избавиться от птиц на такой огромной территории, как аэродром и его окрестности, — нереально, это может дать свои нежелательные последствия: массовое размножение грызунов, насекомых и т. д. Необходимо оптимизировать отношения человека и птиц в этой области.

На территории Псковского аэропорта самолётоопасными видами являются прежде всего чайки в июле и августе. За летний период 1989 г. зарегистрировано 18 сбитых чаек и один стриж. За июль-август 1995 года — 14 чаек. Всех сбитых птиц находили на границах ВПП, в основном, в районе километровой зоны от её начала. Это место, где самолёты отрываются от земли и набирают высоту. Возрастной состав сбитых чаек разный: это в равной степени старые и молодые птицы, так как причина пребывания их на ВПП и над ней одинакова — перемещение на кормежку и отдых. Эффективной мерой борьбы с пребыванием чаек, а также не менее опасных уток на территории аэродрома уже была ликвидация мелких водоёмов и канав на территории аэропорта. Это лишило водоплавающих птиц мест гнездования, сбора корма и отдыха. В настоящее время следует обратить внимание на боло-

то вблизи взлётной полосы. Учитывая, что второй не менее опасной для самолётов группой птиц являются синантропные врановые, необходимо в окрестностях аэропорта ликвидировать большие и малые стихийно возникающие свалки. Нежелательны вокруг территории аэропорта посадки высоких деревьев, которые со второй половины лета, осенью и зимой являются местами ночёвок врановых птиц, а соответственно, и источником пролётных потоков над аэропортом. Сейчас такие ночёвки располагаются в районах железнодорожного вокзала и в Крестах.

С целью уменьшения кормовой привлекательности территории для птиц на открытых пространствах аэропорта важны укусы травы с оставлением высокой стерни. Это отчасти лишает некоторые виды птиц кормовой территории.

Для предотвращения столкновений птиц с самолётами необходимо применять репелленты. При скоплении птиц, перед посадкой и взлётом самолётов их можно отпугивать с помощью комбинированного действия репеллентов: магнитофонная запись крика бедствия — имитация звука выстрелов; крик бедствия — след дымовой ракеты как имитация пожара; крик бедствия — демонстрация чучела хищника; крик бедствия — демонстрация чучел птицы в неестественной позе [3].

К сожалению, сотрудничество орнитологов и служб аэропорта до сих пор носит эпизодический характер, что не позволяет в полной мере судить об орнитологической ситуации в районе аэродрома. В этой связи, желательно наладить круглогодичный многолетний мониторинг видового состава птиц на аэродроме и прилегающих к нему территориях.

Литература

1. Борисов В. В., Урядова Л. П., Щерблыкина Л. С. Орнитологическая обстановка в аэропорту г. Пскова. Экологические проблемы Северо-Запада России. Псков. 1990. С. 64–65.
2. Борисов В. В., Урядова Л. П., Щерблыкина Л. С. Весенне-летняя орнитофауна аэропорта города Пскова. Проблемы экологии и рационального природопользования Северо-Запада России. Псков. 1995. С. 118–122.
3. Ильичёв В. Д., Карташёв Н. Н., Шилов И. И. Общая орнитология. М., 1982.
4. Якоби В. Э. Биологические основы предотвращения столкновений самолётов с птицами. М., 1974.

V. Borisov, L. Uryadova, L. Scheblykina

THE SPECIES COMPOSITION AND DENSITY OF BIRD INHABITANTS OF PSKOV AERODROME

The article presents the results of studying the distribution of fauna and bird inhabitants on the territory of the Pskov aerodrome for the years of 1989, 1995 and 2012–2014. The results reveal species composition and the density of bird inhabitants in different parts of the aerodrome. Besides, the authors find out the general trends of the seasonal stay of the species and their typical activities in the focused territory.

Key words: aerodrome, species composition, density of inhabitants, seasonal stays of the species.

ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ЗАБРОШЕННЫХ ПАШЕН С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ИХ ЗАРАСТАНИЯ

В работе представлены результаты изучения распределения фауны и населения птиц на зарастающих пашнях с различной стадией сукцессии растительности. Выявлена динамика изменения видового состава и плотности населения видов птиц на территории бывших пашен.

Ключевые слова: агроландшафты, зарастание, сукцессии, видовой состав птиц.

В южной части лесной зоны агроландшафты составляют значительную часть территории. Однако на протяжении всего пореформенного периода в целом по Российской Федерации наблюдалось ежегодное сокращение площади сельскохозяйственных угодий. За период с 1991 по 2012 год (по состоянию на 1 января соответствующего года) площадь сельскохозяйственных угодий уменьшилась на 2,0 млн га, сокращение площади земель, используемых под пашню, составило более 10,9 млн га. В то же время площадь земель под сенокосами и пастбищами увеличилась на 4,2 млн га, под залежью — на 4,8 млн га [15].

Посевные площади в Псковской области в 1970 г. составляли 887,6 тыс. га. Вплоть до конца 1980-х годов увеличивались площади лугов, используемых под сенокосы и пастбища, расширялись площади полей для выращивания фуражных зерновых и других культур. В 1985 г. посевные площади сельскохозяйственных культур составляли 553,2 тыс. га, сенокосов — 204,3 тыс. га, пастбищ — 198,4 тыс. га. В 2003 г. посевные площади сократились в два раза и составили 272,1 тыс. га, площади сенокосов — 154,0 тыс. га, пастбищ — 158,4 тыс. га. В первую очередь сократились посевные площади. В Гдовском районе за этот же период сокращения более существенны. Так, например, посевные площади с 28,2 тыс. га сократились до 9,6 тыс. га [2]. Сокращение площадей сельскохозяйственных угодий в Псковской области продолжается. Основная причина — неиспользование продуктивных земель и, как следствие, их зарастание древесно-кустарниковой растительностью. На территории области в той или иной мере заросло около 40 % кормовых угодий. В последние годы ускоренному их зарастанию способствует резкое снижение поголовья общественного скота, так как древесно-кустарниковая растительность появляется именно там, где, как правило, проводится нерегулярное и несвоевременное сенокосение и сохранение некошенных участков [16].

Восстановительные процессы в природных экосистемах при уменьшении сельскохозяйственной нагрузки остаются мало исследованными. Фауна и население птиц трансформированных ландшафтов изменяется и характеризуется особой структурой и динамикой. Реакция видов многих групп на происходящие изменения в

условиях спада сельскохозяйственного производства изучена недостаточно. В последнее десятилетие начались исследования изменения орнитофауны в ходе демутационной сукцессии пахотных и луговых угодий [1, 3, 4, 5, 6, 7].

Изучение фауны и населения птиц зарастающих пашен проводилось в Гдовском районе Псковской области в мае в период с 1996 по 2007 гг. и в мае 2012 и 2013 гг. В 80-е годы исследуемая территория использовалась под пропашные культуры (картофель, морковь, свекла). В 90-е годы поля засевали кормовыми травами. В конце 1990-х гг. прекратилась их обработка и территории стали использоваться как сенокосно-пастбищные участки (с выпасом после сенокошения), а позднее — только как пастбища. С уменьшением поголовья скота колхозных ферм и частных дворов, прекращением выпаса скота и позднее ликвидацией ферм, открытые пространства стали превращаются в лесолуговую территорию с подростом берёзы, осины, ольхи и ивы. Зарастание происходит постепенно, а наиболее интенсивно по краям пашен. В настоящее время бывшие пашни находятся в стадии суходольных лугов в разной степени закустаренности и облесенности.

Целью настоящих исследований было изучение распределения фауны и населения птиц на пашнях с различной стадией сукцессии растительности. В результате был выявлен видовой состав и плотность населения видов птиц на территории бывших пашен. Данные могут быть использованы в качестве основы для последующего мониторинга, а также для прогноза изменений структуры орнитоценозов при изменении интенсивности сельскохозяйственной нагрузки.

Исследования проведены на пашнях с разной степенью зарастания: 1 участок — не используемый для сенокоса последние 3 года, с невысокими до 1 метра кустарниками по краю территории (площадь 41,5 га); 2 участок — не используемый для сенокоса и выпаса более 5 лет с отдельно стоящими кустами и молодой редкой порослью ольхи со стороны ольховой роши (площадь 12,5 га), 3 участок — не используемый для сенокоса и выпаса более 10 лет с высоким, но редким кустарником и молодым березняком со стороны прилегающего лесного массива (площадь 9,3 га). Общая площадь составляет 63,3 га. Территории невелики, но в северных лесных районах Псковской области такие размеры наиболее обычны и здесь изменения орнитоценозов могут иметь свои особенности.

В мае в период с 1996 по 2007 гг. основным методом исследования был учёт птиц на маршрутах. В мае — первых числах июня 2012 и 2013 гг., в связи с небольшими размерами участков, были проведены учёты методом пробных площадок [12].

На зарастающем поле, не используемом под сенокос и выпас 3 года, в гнездовой период 2012–2013 гг. было учтено 20 видов из 5 отрядов (табл. 1). Наиболее многочисленным оказался отряд Воробьинообразные — 10 видов (50,0 %), вторыми по числу видов были хищники — Соколообразные — 4 вида (20,0 %). Гнездящимися являются 12 видов (60,0 % от всех встреченных) из трёх отрядов: Воробьинообразные (66,7 % от 12 видов), Ржанкообразные (25,0 % от гнездящихся) и Журавлеобразные (8,3 % от гнездящихся). На кормёжке отмечены хищные птицы (4 вида), высматривающие добычу с воздуха, деревенская ласточка, собирающая корм на лету, и наземно кормящиеся — серый журавль, вяхирь, скворец. Соотношение гнездящихся видов птиц

и видов — посетителей приведено на рис. 1. Плотность гнездования составляла 1,25 ос/га (2012 год) и 1,35 ос/га (2013 год). В 2012 г. доминантным видом был полевой жаворонок (0,29 ос/га), в 2013 г. доминировал коростель (0,39 ос/га), субдоминантом в течение двух лет был луговой чекан (0,24 и 0,34 ос/га) (табл. 1). В составе фауны гнездящихся видов преобладают птицы луго-полевого комплекса (66,7 %) (рис. 2). В 2013 г. резко увеличилась плотность гнездования коростеля, а полевого жаворонка — сильно сократилась. Увеличение численности коростеля связано с исчезновением фактора беспокойства. В отличие от многих других луго-полевых птиц, особенности биологии коростеля позволяют ему успешно гнездиться даже на давно заброшенных бывших сельскохозяйственных территориях до появления сплошного древостоя [7].

Таблица 1

Видовой состав и плотность птиц в 2012 и 2013 гг.
на зарастающем поле площадью 41,5 га, не используемом 3 года

		2012 год		2013 год	
		К-во особей	Ос/га	К-во особей	Ос/га
	Систематический состав птиц				
	ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ <i>FALCONIFORMES</i>				
1.	Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)			1	0,02
2.	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,02		
3.	Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)			1	0,02
4.	Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,02		
	ОТРЯД ЖУРАВЛЕОБРАЗНЫЕ <i>GRUIFORMES</i>				
5.	Серый журавль <i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,05		
6.	Коростель <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,12	16	0,39
	ОТРЯД РЖАНКООБРАЗНЫЕ <i>CHARADRIIFORMES</i>				
7.	Чибис <i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)*	2	0,04	3	0,07
8.	Бекас <i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)*	1	0,02		
9.	Большой веретенник <i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)*	1	0,02		
	ОТРЯД ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ <i>COLUMBIFORMES</i>				
10.	Вяхрь <i>Columba palumbus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,04		
	ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ <i>PASSERIFORMES</i>				
11.	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,02	4	0,1
12.	Полевой жаворонок <i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)*	12	0,29	2	0,04

Продолжение таблицы 1

13.	Луговой конёк <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)*	6	0,14	8	0,2
14.	Жёлтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)*	5	0,12	4	0,1
15.	Обыкновенный жулан <i>Lanius collurio</i> (Linnaeus, 1758)*	2	0,04	2	0,04
16.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,04		
17.	Садовая славка <i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)*	3	0,07		
18.	Серая славка <i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)*	5	0,12	6	0,14
19.	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	10	0,24	14	0,34
20.	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)*			1	0,02
	Всего видов	17		12	
	Всего гнездящихся видов	11		9	
	Всего особей	61	1,47	6,2	1,50
	Всего особей гнездящихся птиц	52	1,25	56	1,35

Примечание: знаком «*» обозначены виды, гнездящиеся на исследуемой территории. Это обозначение сохраняется и для данных, приведённых в таблицах 2 и 3.

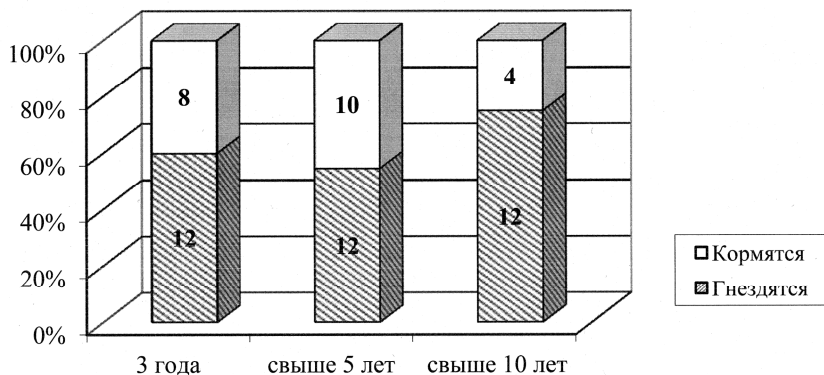


Рис. 1. Соотношение гнездящихся и кормящихся видов птиц на территориях с разной степенью деградационных сукцессий

Район исследования находится в зоне экологического русла миграций птиц. Во время сезонных миграций они останавливаются на отдых и кормёжку на зарастающих полях, образуют кормовые скопления. В третьей декаде сентября в период осенних миграций 2013 года на данном участке отмечено 14 видов из 7 отрядов (Пластинчатоклювые, Соколообразные, Журавлеобразные, Курообразные, Ржанкообразные, Голубеобразные, Воробьинообразные). Наиболее многочисленными здесь были: луговой конёк стайками по 4–6 птиц (общая сумма 70 особей), вяхирь (две стаи, в сумме 108 особей), скворец (15 особей), единично — бекас, вальдшнеп, обыкновенный канюк, орлан-белохвост. Здесь же был осенний

ток тетеревов (4 особи). На окраине поля вблизи бывшей фермы на заросшем ранее искусственно созданном пруду отдыхали и кормились 13 крякв и 5 серых уток.

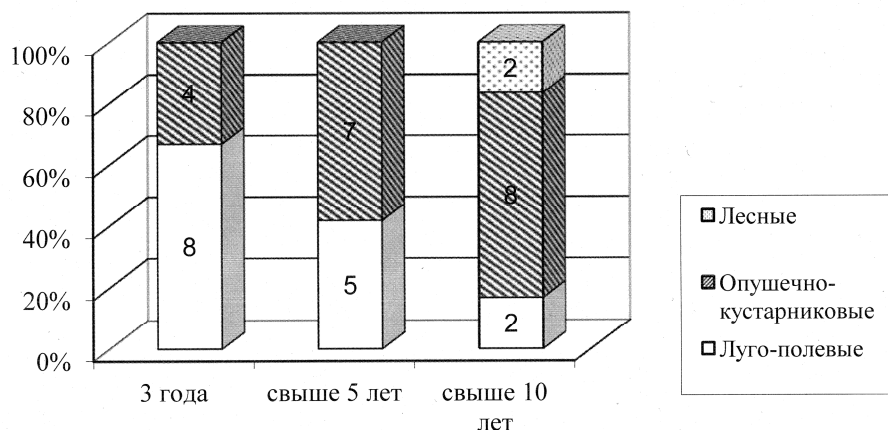


Рис. 2. Соотношение птиц разных экологических групп на территории с разной степенью деградационных сукцессий

Таблица 2

Видовой состав и плотность птиц в 2012 и 2013 гг.
на зарастающем поле площадью 12,5 га, не используемом более 5 лет

Систематический состав птиц		2012 год		2013 год	
		К-во особей	Ос/га	К-во особей	Ос/га
ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ <i>FALCONIFORMES</i>					
1.	Полевой лунь <i>Circus cyaneus (Linnaeus, 1766)</i>	1	0,08		
2.	Болотный лунь <i>Circus aeruginosus (Linnaeus, 1758)</i>	1	0,08	1	0,08
3.	Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo (Linnaeus, 1758)</i>	1	0,08		
ОТРЯД ЖУРАВЛЕОБРАЗНЫЕ <i>GRUIFORMES</i>					
4.	Коростель <i>Crex crex (Linnaeus, 1758)*</i>	2	0,16	3	0,24
ОТРЯД РЖАНКООБРАЗНЫЕ <i>CHARADRIIFORMES</i>					
5.	Чибис <i>Vanellus vanellus (Linnaeus, 1758)*</i>	2	0,16		
6.	Травник <i>Tringa totanus (Linnaeus, 1758)*</i>	2	0,16		
ОТРЯД ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ <i>COLUMBIFORMES</i>					
7.	Вяхирь <i>Columba palumbus (Linnaeus, 1758)</i>			4	0,32

Продолжение таблицы 2

	ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ <i>PASSERIFORMES</i>				
8.	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)			4	0,32
9.	Воронок <i>Delichon urbica</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)			9	0,72
10.	Жёлтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)*	1	0,08	2	0,16
11.	Обыкновенный жулан <i>Lanius collurio</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)*	1	0,08	1	0,08
12.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)	4	0,32	68	5,44
13.	Галка <i>Corvus monedula</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)			10	0,8
14.	Серая ворона <i>Corvus cornix</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)	1	0,08		
15.	Ворон <i>Corvus corax</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)	1	0,08		
16.	Черноголовая славка <i>Sylvia atricapilla</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)*			1	0,08
17.	Садовая славка <i>Sylvia borin</i> (<i>Boddaert, 1783</i>)*	2	0,16	7	0,56
18.	Серая славка <i>Sylvia communis</i> (<i>Latham, 1787</i>)*	5	0,4	7	0,56
19.	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)*	4	0,32	7	0,56
20.	Обыкновенный соловей <i>Luscinia luscinia</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)*			1	0,08
21.	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i> (<i>Pallas, 1770</i>)*	2	0,16	3	0,24
22.	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i> (<i>Linnaeus, 1758</i>)*	1	0,08	1	0,08
	Всего видов	16		16	
	Всего гнездящихся видов	10		10	
	Всего особей	31	2,48	129	10,32
	Всего особей гнездящихся птиц	22	1,76	33	2,64

На зарастающем поле, не используемом под сенокос и выпас скота более 5 лет, отмечено 22 вида из пяти отрядов (табл. 2). Преобладает отряд Воробьинообразные — 18 видов из 22 (81,8 %). Гнездящимися являются 12 видов (54,55 % от всех здесь отмеченных) (рис. 1). В 2013 году не отмечены чибис и травник, но гнездились черноголовая славка и соловей. Плотность населения гнездящихся птиц в 2012 году составляла 1,76 ос/га, в 2013 году увеличилась до 2,64 ос/га в первую очередь — за счет увеличения плотности славков. На кормёжке отмечено 10 видов (3 вида хищных птиц, 2 вида ласточек, на земле корм собирали вяхирь, скворец и 3 вида врановых). На данном участке среди гнездящихся преобладают птицы опушечно-кустарникового орнитокомплекса (58,3 %), уменьшается доля луго-полевого комплекса (рис. 2).

Видовой состав и плотность птиц в 2012 и 2013 гг.
на зарастающем поле площадью 9,3 га, не используемом более 10 лет

	Систематический состав птиц	2012 год		2013 год	
		К-во особей	Ос/га	К-во особей	Ос/га
	ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ <i>FALCONIFORMES</i>				
1.	Скопа <i>Pandion haliaetus (Linnaeus, 1758)</i>				
	ОТРЯД ЖУРАВЛЕОБРАЗНЫЕ <i>GRUIFORMES</i>				
2.	Коростель <i>Crex crex (Linnaeus, 1758)*</i>			3	0,32
	ОТРЯД ГОЛУБЕОБРАЗНЫЕ <i>COLUMBIFORMES</i>				
3.	Вяхирь <i>Columba palumbus (Linnaeus, 1758)</i>			4	0,43
	ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ <i>PASSERIFORMES</i>				
4.	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica (Linnaeus, 1758)</i>	1	0,11	7	0,75
5.	Обыкновенный жулан <i>Lanius collurio (Linnaeus, 1758)*</i>	2	0,22	1	0,11
6.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris (Linnaeus, 1758)</i>	19	2,04	17	1,83
7.	Галка <i>Corvus monedula (Linnaeus, 1758)</i>			2	0,22
8.	Зелёная пересмешка <i>Hippolais icterina (Vieillot, 1817)*</i>	1	0,11	1	0,11
9.	Черноголовая славка <i>Sylvia atricapilla (Linnaeus, 1758)*</i>	1	0,11		
10.	Садовая славка <i>Sylvia borin (Boddaert, 1783)*</i>	5	0,54	8	0,86
11.	Серая славка <i>Sylvia communis (Latham, 1787)*</i>	7	0,75	6	0,65
12.	Пеночка весничка <i>Phylloscopus trochilus (Linnaeus, 1758)*</i>	2	0,22	3	0,32
13.	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra (Linnaeus, 1758)*</i>	2	0,22		
14.	Обыкновенный соловей <i>Luscinia luscinia (Linnaeus, 1758)*</i>	1	0,11		
15.	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus (Pallas, 1770)*</i>	2	0,22		
16.	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella (Linnaeus, 1758)*</i>			1	0,11
17.	Тростниковая овсянка <i>Emberiza schoeniclus (Linnaeus, 1758)*</i>	1	0,22		
	Всего видов	13		11	
	Всего гнездящихся видов	10		7	
	Всего особей	44	4,73	53	5,69
	Всего особей гнездящихся птиц	24	2,58	23	2,48

На зарастающем поле, не используемом под сенокос и выпас скота более 10 лет, отмечено 17 видов из четырех отрядов (табл. 3). Преобладает отряд Воробьинообразные — 14 видов из 17 (82,35 %). По мере зарастания выпадает отряд Ржанкообразные. Гнездящимися являются 12 видов (70,60 % от всех здесь учтённых). В 2013 г. не отмечены луговой чекан, обыкновенная чечевица, тростниковая овсянка, соловей, черноголовая славка. Плотность гнездования в 2012 г. составляла 2,58 ос/га, в 2013 г. несколько сократилась до 2,48 ос/га. Видовой состав кормящихся птиц невелик — 4 вида (вяхирь, деревенская ласточка, скворец, галка). На территории на столбе — «столовая скопы». Преобладают птицы опушечно-кустарникового орнитокомплекса (66,7 %), вселяются дендрофилы (16,7 %) (рис. 2).

На трёх участках с разной степенью демулационных сукцессий за два года исследований в гнездовой период отмечено 33 вида птиц из 5 отрядов (Соколообразные, Журавлеобразные, Ржанкообразные, Голубеобразные, Воробьинообразные). Население птиц бывших сельскохозяйственных биотопов характеризуется обеднённым видовым составом, низкой плотностью населения, высокой долей участия видов-посетителей, прилетающих на кормёжку. Видовое разнообразие птиц несколько выше на начальных этапах зарастания деревьями и кустарниками за счёт видов опушечно-кустарникового комплекса. Доминантами и субдоминантами на этом этапе обычно являются широко распространённые луго-полевые виды: полевой жаворонок, луговой конёк, жёлтая трясогузка, луговой чекан. На более поздних стадиях сукцессии видовое разнообразие снижается за счёт уменьшения видов луго-полевого комплекса.

На всех участках отмечены кормящиеся виды птиц: 14 (42,42 %) видов, относящихся к 4 отрядам. Наибольшее их количество кормится на открытых местах обитания с меньшей степенью зарастания. Особого внимания заслуживают представители отряда Соколообразные — 6 видов (18,18 % от всех 33 видов или 42,85 % от кормящихся видов) и серый журавль (отряд Журавлеобразные). Близость населённых пунктов объясняет встречи типичных синантропов — 5 видов (37,71 % от всех видов — посетителей).

В 1990–2000 годы на данных территориях проводились сенокосы, а во вторую половину лета и в начале осени — выпас скота. С 1996 года по 2007 год в гнездовой период в конце мая — начале июня были проведены учёты видового состава птиц, но специальных исследований плотности населения не было. Результаты учётов, представленные в таблице 4, дополнили картину смены орнитокомплексов на зарастающих лугах.

Таблица 4

Видовой состав птиц, отмеченных в период с 1996 по 2007 годы
на пашнях с разной степенью зарастания к 2013 году

		Состояние полей на 2013 год		
	Систематический состав птиц	Зарастающее поле, не используемое под выпас 3 года	Зарастающее поле на берегу Тёплого озера, не используемое под выпас более 5 лет	Зарастающее поле, не используемое под выпас более 10 лет
		41,5	12,5 га	9,3 га
	ОТРЯД ГОЛЕНАСТЫЕ <i>CICONIIFORMES</i>			
1.	Белый аист <i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	ОТРЯД СОКОЛООБРАЗНЫЕ <i>FALCONIFORMES</i>			
2.	Скопа <i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)			1
3.	Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
4.	Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	1		1
5.	Перепелятник <i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)		1	
6.	Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	1		
7.	Полевой лунь <i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	1		
	ОТРЯД ЖУРАВЛЕОБРАЗНЫЕ <i>GRUIFORMES</i>			
8.	Коростель <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)*	1–2**	1	1
	ОТРЯД РЖАНКООБРАЗНЫЕ <i>CHARADRIIFORMES</i>			
9.	Чибис <i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)*	3–14	1–15	1–8
10.	Травник <i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)*	1	1	
11.	Бекас <i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)*	1–3	1–2	1
12.	Турухтан <i>Philomachus pugnax</i> (Linnaeus, 1758)			1
13.	Большой веретенник <i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)*	1–16	1	1
14.	Большой кроншнеп <i>Numenius arquata</i> (Linnaeus, 1758)	1–10		
15.	Озерная чайка <i>Larus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)	9–20		
	ОТРЯД ВОРОБЬИНООБРАЗНЫЕ <i>PASSERIFORMES</i>			
16.	Деревенская ласточка <i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	1–8	1–9	1–40

17.	Воронок <i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	1		3
18.	Полевой жаворонок <i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)*	1–16	1–5	1–3
19.	Луговой конёк <i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)*	1–9	1–2	1
20.	Лесной жаворонок <i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)			1
21.	Жёлтая трясогузка <i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)*	1–3	1–8	1–2
22.	Белая трясогузка <i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)*	1	1	1
23.	Обыкновенный жулан <i>Lanius collurio</i> (Linnaeus, 1758)*	1		1
24.	Серый сорокопуд <i>Lanius excubitor</i> (Linnaeus, 1758)		1	
25.	Обыкновенный скворец <i>Sturnus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	1–10	0–10	1–17
26.	Галка <i>Corvus monedula</i> (Linnaeus, 1758)	1–31		1–9
27.	Серая ворона <i>Corvus cornix</i> (Linnaeus, 1758)	1	1–3	1–2
28.	Сорока <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)		1	1
29.	Черноголовая славка <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)*	1		1
30.	Садовая славка <i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)*			1–4
31.	Серая славка <i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)*	1–6	1–4	1–3
32.	Камышевка-барсучок <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linnaeus, 1758)*			1
33.	Садовая камышевка <i>Acrocephalus dumetorum</i> (Blyth, 1849)*			1
34.	Луговой чекан <i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)*	2–5	1	1
35.	Обыкновенный соловей <i>Luscinia luscinia</i> (Linnaeus, 1758)*			1–2
36.	Рябинник <i>Turdus pilaris</i> (Linnaeus, 1758)		1	1–2
37.	Обыкновенная чечевица <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)*		1	1
38.	Обыкновенная овсянка <i>Emberiza citrinella</i> (Linnaeus, 1758)*		1	1–2
39.	Тростниковая овсянка <i>Emberiza schoeniclus</i> (Linnaeus, 1758)*			1
	Всего видов	25	22	32
	Всего гнездящихся видов	12	14	19

Примечание:

* гнездящиеся виды;

** минимальные и максимальные показатели количества встреченных особей за весь период наблюдений

Участок 1 с 1996 до 2007 года был типичным лугом с ежегодным сенокосом. За 12 летний период наблюдений видовой состав включал 25 видов из 5 отрядов. В составе орнитофауны в большинстве были Воробьинообразные, и высокая доля Ржанкообразных (табл. 5). По характеру использования территории несколько преобладали виды — посетители (52,0 %) (табл. 6, рис. 3), среди которых были Соколообразные, в том числе — полевой лунь и Ржанкообразные. В 1996 году отмечена отдыхающая стая пролётных больших кроншнепов. Из 12 видов гнездящихся птиц большую долю составляли представители луго-полевого комплекса (83,3 %) (табл. 7, рис. 4).

На участке 2 скашивание прекратилось с 2005 года по причине непригодности поля для механической уборки сена (образование кочек плотнокустовыми злаками). По суммарным данным за 12 летний период доля луго-полевых видов птиц преобладала и существенно уменьшилась в 2012–2013 гг. Присутствие опушечно-кустарниковых видов изначально было выше за счёт ирригационной канавы, заросшей кустарником (табл. 6). Среди гнездящихся птиц заслуживают внимания Ржанкообразные, в том числе большой веретенник и травник (табл. 4).

На участке 3 сенокосы прекратились с началом наблюдений в 1996 году и с этого времени началось зарастание бывшего поля. Участок небольшой по площади, вытянутый вдоль лесного массива, поэтому в состав фитоценоза интенсивно включались древесные формы. Длительные наблюдения 1996–2007 года с начала восстановительной сукцессии позволили выявить наибольшее количество видов птиц на данной территории. В ходе зарастания участка видовой состав птиц уменьшился почти в два раза (табл. 5). В составе гнездящихся видов стали преобладать опушечно-кустарниковые, доля которых уже была выше в 1996–2007 гг. по сравнению с составом экологических групп птиц двух других участков.

На всех участках в 2012–2013 гг. по сравнению с более ранними учётами не выявлен белый аист. Не отмечен он в эти годы и на гнездовании в соседней деревне.

Таблица 5

Систематический состав птиц в гнездовой период
на полях с разной степенью зарастания

Отряды	1 участок 41,5 га				2 участок 12,5 га				3 участок 9,5 га			
	1996–2007 гг.		2012–2013 гг.		1996–2007 гг.		2012–2013 гг.		1996–2007 гг.		2012–2013 гг.	
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Аистообразные	1	4,0			1	4,5			1	3,1		
Соколообразные	4	16,0	4	20,0	2	9,1	3	13,7	3	9,4	1	5,9
Журавлеобразные	1	4,0	2	10,0	1	4,5	1	4,5	1	3,1	1	5,9
Ржанкообразные	6	24,0	3	15,0	4	18,2	2	9,1	4	12,5		
Голубеобразные			1	5,0			1	4,5			1	5,9
Воробьинообразные	13	52,0	10	50,0	14	63,7	15	68,2	23	71,9	14	82,3
Всего	25	100	20	100	22	100	22	100	32	100	17	100

Таблица 6

**Соотношение гнездящихся и кормящихся видов птиц
на полях с разной степенью зарастания**

		1 участок 41,5 га		2 участок 12,5 га		3 участок 9,5 га	
		1996–2007 гг.	2012–2013 гг.	1996–2007 гг.	2012–2013 гг.	1996–2007 гг.	2012–2013 гг.
Общее количество видов		25	20	22	25	32	17
Гнездящиеся	n	12	12	14	12	19	12
	%	48,0 %	60,0 %	63,6 %	54,5 %	59,4 %	70,6 %
Кормящиеся	n	13	8	8	10	13	5
	%	52,0 %	40,0 %	36,4 %	45,5 %	40,6 %	29,4 %

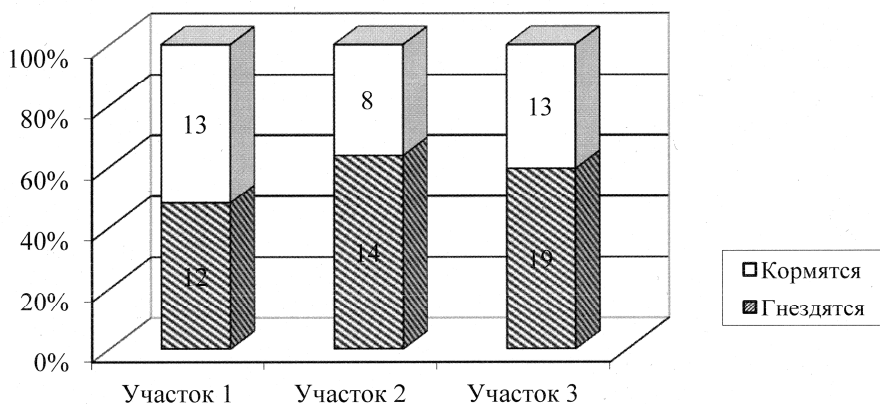


Рис. 3. Соотношение гнездящихся и кормящихся видов птиц
на полях в 1996–2007 гг.

Таблица 7

**Динамика видового состава птиц разных экологических групп
на полях с разной степенью зарастания**

Экологические группы		1 участок 41,5 га		2 участок 12,5 га		3 участок 9,5 га	
		1996– 2007 гг.	2012– 2013 гг.	1996– 2007 гг.	2012– 2013 гг.	1996– 2007 гг.	2012– 2013 гг.
Луго-полевые	n	10	8	10	5	9	2
	%	83,3 %	66,7 %	71,4 %	41,7 %	47,4 %	16,7 %
Опушечно-кустарниковые	n	2	4	4	7	10	8
	%	16,7 %	33,3 %	28,6 %	58,3 %	52,6 %	66,6 %
Лесные	n						2
	%						16,7 %

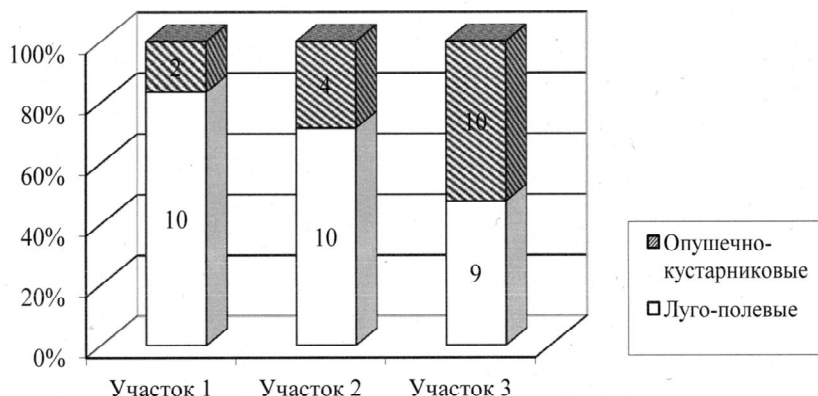


Рис. 4. Соотношение видов птиц разных экологических групп на полях в 1996–2007 гг.

На исследуемой территории выявлены виды, занесённые в Красные книги: Красную книгу Российской Федерации [9], Красную книгу Ленинградской области [10], Красную книгу Псковской области [8], Красные книги Эстонии [14], Латвии [13] и Беларуси [11], Международную Красную книгу МСОП [21], а также виды, защищённые действием конвенций: CITES [20], Бернской [17] и Боннской [18]. Перечень таких видов и их статус представлены в таблице 8.

Таблица 8

Виды, занесённые в Красную книгу РФ, в Красные книги на сопредельных территориях и защищённые международными конвенциями

Виды птиц	Конвенции			Красные книги						
	CITES	Бернская	Боннская	КК РФ	МСОП	Эстонии	Латвии	Беларуси	Ленинградской области	Псковской области
Отряд Соколообразные <i>Falconiformes</i>										
Скопа <i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	II	II	II	3	LC	3	3	1	3 (NT)	3
Полевой лунь <i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	II	II	II			3	1		3 (NT)	3
Болотный лунь <i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	II		II							
Тетеревятник <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	II		II							

Продолжение таблицы 8

Обыкновенный канюк <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	II		II							
Обыкновенная пустельга <i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	II	II	II		LC	4	1	2	3 (LC)	2
Отряд Журавлеобразные <i>Gruiformes</i>										
Серый журавль <i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)	II	II	II		LC		3	2		
Коростель <i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)		II		+		4	2		3 (LC)	
Отряд Ржанкообразные <i>Charadriiformes</i>										
Чибис <i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)			II							
Травник <i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)		III	II		LC		3			3
Турухтан <i>Philomachus pugnax</i> (Linnaeus, 1758)		III	II				2		3 (NT)	2
Большой кроншнеп <i>Numenius arquata</i> (Linnaeus, 1758)*		III	II	2			2		3 (NT)	2
Большой веретенник <i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)		III	II	+	NT		2		3 (VU)	3
Серый сорокопуд <i>Lanius excubitor</i> (Linnaeus, 1758)		II	II	3		2	3		3 (NT)	3

Примечание:

Знаком «*» обозначены виды, нуждающиеся в особом внимании к их состоянию в природной среде (Красная книга РФ, 2001).

Выводы

1. Видовой состав и соотношение экологических групп птиц изменяются в ходе восстановительных сукцессий на бывших полях после прекращения сельскохозяйственной деятельности.
2. Наиболее разнообразным видовой состав гнездящихся и кормящихся птиц является на начальных стадиях сукцессии на открытых и слабо закустаренных заброшенных пашнях
3. На сенокосных лугах и на начальных этапах восстановительных сукцессий преобладают птицы луго-полевого комплекса. По мере зарастания их сменяют птицы опушечно-кустарникового комплекса и вселяются лесные виды.

4. Доминантами в гнездовый период на начальных этапах сукцессий выступают широко распространённые виды: полевой жаворонок, луговой чекан, по мере зарастания доминантами становятся кустарниковые виды птиц.
5. Открытые и слабо заросшие кустарниками брошенные пашни являются гнездовой территорией для представителей Ржанкообразные (чибис, большой веретенник, травник, бекас) и кормовой территорией хищных птиц (канюк, полевой лунь, пустельга и др.). По мере зарастания, основными посетителями из хищных птиц остаются канюк, тетеревиный и перепелятник.
6. Во время сезонных миграций птицы останавливаются на отдых и кормёжку на зарастающих полях, образуют кормовые скопления.
7. За период наблюдений на исследуемых зарастающих пашнях выявлено 14 видов редких охраняемых или защищённых конвенциями птиц.

Литература

1. Алексенко А. А. Особенности биотопического распределения наземно-гнездящихся птиц на зарастающих залежах // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 10. Псков. 2010. С. 3–7.
2. Атлас бассейна реки Нарвы и Чудско-Псковского озера. Справочно-информационное издание. Псков, 2006. 74 с.
3. Кондратьев А. В., Бузун В. А., Головань В. И., Ильинский И. В., Конечная Г. Ю. Меньшикова С. В., Пчелинцев В. Г. Биоразнообразие агроландшафтов Ленинградской области: современное состояние и проблемы сохранения (на примере Гатчинского муниципального района): Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспыт. Сер. 6. Т. 5. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006. 56 с.
4. Коновалова Т. В., Кольцов Д. Б. Влияние интенсивности сельскохозяйственной деятельности на птиц в агроландшафтах северного Подмосковья // Развитие современной орнитологии в Северной Евразии: Труды XII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2006. С. 371–399.
5. Коровин В. А. Динамика населения птиц степного агроландшафта в связи с изменениями в характере землепользования // Достижения и проблемы орнитологии Северной Евразии на рубеже веков: Труды Международной конференции «Актуальные проблемы изучения и охраны птиц Восточной Европы и Северной Азии». Казань: Магариф, 2001. С. 469–477.
6. Коровин В. А. Птицы в агроландшафтах Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 2004. 504 с.
7. Мищенко А. Л., Суханова О. В. Динамика численности птиц в ходе сукцессионных изменений сельхозугодий центральной России // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах: Материалы Российского научного совещания. Москва, ИПЭЭ им. А. Н. Северцова РАН, 21–22 февраля 2007 г. М.: ИПЭЭ РАН, 2007. С. 133–142.
8. Красная книга Псковской области. Псков, 2014. 545 с.
9. Красная книга Российской Федерации. Животные. М., 2001. 862 с.
10. Красная книга природы Ленинградской области. Т. 3. Животные. СПб., 2002. 480 с.
11. Красная книга Республики Беларусь. 3-е изд. 2006. [Электронный ресурс]: URL: <http://redbook.minpriroda.by>
12. Рогачёва Э. В. Методы учёта численности мелких воробьиных птиц // Организация и методы учёта птиц и вредных грызунов. М., 1963, С.117–130.
13. Red Data Book of the Baltic Region. Part 1. Lists of threatened vascular plants and vertebrates. Uppsala-Riga. 1993. 95 p.
14. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.zbi.ee/punane/english/index.html>
15. [Электронный ресурс]: URL: http://mcx.ru/documents/document/v7_show/19760.133.htm
16. [Электронный ресурс]: URL: <http://druzhkovka-news.ru/raspredelenie-zemelnogo-fonda-po-ugodyam>
17. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.nature.coe.int/english/cadres/berne.htm>

18. [Электронный ресурс]: URL: http://www.wcmc.org.uk/cms/bas_docs.htm
19. [Электронный ресурс]: URL: <http://redbook.minpriroda.by>
20. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.cites.org/> и <http://www.cites.org/CITES/eng/text.shtml>
21. [Электронный ресурс]: IUCN Red List of Threatened Species, 2013.2. URL: <http://iucnredlist.org>

V. Borisov, L. Scheblykina, L. Uryadova

THE DYNAMICS OF SPECIES COMPOSITION AND BIRD INHABITANTS ON ABANDONED ARABLE LANDS WITH DIFFERENT DEGREES OF OVERGROWTH

The article presents the results of studying the distribution of fauna and bird inhabitants on the overgrowing arable lands which are characterized by different stages of vegetation succession. The dynamics of changes in species composition and density of bird inhabitants on the territories of former arable lands have been revealed.

Key words: *agro landscapes, overgrowing, successions, species composition, density of bird inhabitants.*

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИШАЙНИКАХ НЕВЕЛЬСКОГО РАЙОНА (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В статье представлен предварительный список лишайников и лишенофильных грибов Невельского района Псковской области, составленный на основе собственных сборов авторов. В настоящее время список насчитывает 101 вид лишайников и лишенофильных грибов. В статье список приводится в алфавитном порядке, для каждого вида указана субстратная приуроченность. Выявлен охраняемый вид лишайников для Псковской области.

Ключевые слова: лишайники, Невельский район, Псковская область, охраняемые виды.

Целенаправленные исследования по изучению лишенобиоты Псковской области проводятся авторами в последнее десятилетие. В настоящее время для территории региона известно 302 вида лишайников [1, 2, 3]. Однако, некоторые районы остаются слабо изученными в лишенологическом отношении. К их числу относится Невельский административный район.

Невельский район расположен на юге Псковской области, граничит с Себежским, Пустошкинским, Новосокольническим, Великолукским, Усвятским районами и с Республикой Беларусь. Площадь района составляет 3764 км². Район расположен на северо-западе Русской плиты Восточно-европейской платформы, в полосе холмисто-моренного рельефа и обширных зандровых и озерно-ледниковых равнин [7]. Южнее г. Невеля с востока на запад простирается Невельское поднятие с относительной высотой 20–40 м, образование которого связано с аккумулятивной деятельностью валдайского ледника [6]. Волнистые равнины заняты борами и редко осваиваются под сельскохозяйственные угодья.

Гидрографическая сеть района характеризуется обилием мелких рек, ручьев, озер и болот. В центральной части района сосредоточены крупные озера — Большой и Малый Иван и др., в северо-западной, западной, юго-восточной — много мелких озер. Речная сеть развита слабо; отличительной особенностью является наличие мелких речек и ручьев, которые служат протоками, соединяя озера. Климат Невельского района характеризуется как умеренно-континентальный, влажный [6].

Район располагается в зоне таежно-лесных подзолистых и болотных почв. На положительных формах рельефа распространены дерново-подзолистые и дерново-буроподзолистые почвы разного механического состава, реже встречаются бурые дерново-карбонатные почвы. В понижениях между холмами и грядами развиваются заболоченные и болотные почвы [6].

Невельский район находится в подзоне хвойно-широколиственных лесов [4]. Сплошные лесные массивы занимают обширные пространства на западе, северо- и юго-западе, а также в юго-восточной части района. Преобладают хвойные (сосно-

вые) леса. Среди них — сосновые зеленомошные и лишайниково-зеленомошные леса, а также долгомошные и сфагновые леса в сочетании с верховыми и переходными болотами. Встречаются еловые сообщества. Среди лиственных ассоциаций основную роль играют мелколиственные: осиновые, березовые и березово-осиновые травяно-кустарничковые и травяные леса, а также березовые дубравно-травные леса в сочетании с дубравнотравными ольшаниками. Дубовые леса встречаются редко, занимают площадь в несколько гектаров [6]. В нескольких населенных пунктах района сохранились усадебные парки и их фрагменты конца XVIII — начала XIX вв. [8].

Изучение лишенобиоты Невельского района было начато в 2013 г. в период полевой практики по ботанике с основами фитоценологии студентов естественно-географического факультета ПсковГУ. Сборы проводились в окрестностях д. Крупевицы, где расположен спортивно-оздоровительный лагерь ПсковГУ, д. Урывково, а также в г. Невеле, окрестностях деревень Колпино, Марьино, Туричино.

Сбор, определение и гербаризации материала осуществлялись стандартными методами. В ходе обследования территории собрано и обработано около 300 образцов лишайников.

В результате рекогносцировочных исследований авторами составлен предварительный список лишайников и лишенофильных грибов Невельского района Псковской области, который насчитывает 101 вид. Оформлена коллекция лишайников, хранящаяся в Гербарии ПсковГУ (PSK).

В списке таксоны лишайников даны в алфавитном порядке, номенклатура видов приводится по сводке А. Нордина с соавт. [9]. Для каждого вида отмечается эколого-субстратная приуроченность. Лишенофильный гриб отмечен знаком (*). Виды, подлежащие охране на территории Псковской области [5], выделены полужирным шрифтом, индикаторные виды старовозрастных лесов отмечены знаком (**).

Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins et Scheid. — окрестности д. Крупевицы, на коре осины.

Anaptychia ciliaris (L.) Körb. — окрестности д. Крупевицы, на коре осины.

Arthonia radiata (Pers.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, на коре ольхи черной.

Athallia holocarpa (Hoffm.) Arup et al. — окрестности д. Крупевицы, на коре ивы козьей; д. Колпино, на коре сирени обыкновенной.

Bryoria simplicior (Vain.) Brodo et D. Hawksw. — окрестности д. Крупевицы, сосняк, на коре сосны обыкновенной.

Calicium trabinellum (Ach.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, сосняк, разлагающийся ствол сосны (на древесине).

Calogaya lobulata (Flörke) Arup et al. — окрестности д. Урывково, берег озера, на коре ивы; г. Невель, на коре рябины обыкновенной.

Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr. — окрестности д. Крупевицы, на коре осины.

Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau — г. Невель, на коре липы сердцелистной; окрестности д. Крупевицы, на коре ивы козьей.

Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schuler — окрестности д. Крупевицы, на коре ивы.

Cetraria ericetorum Opiz — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

C. islandica (L.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

C. sepincola (Ehrh.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, на коре березы бородавчатой.

Chaenotheca ferruginea (Turner ex Sm.) Mig. — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на коре ели европейской, сосны обыкновенной.

C. chrysocephala (Turner ex Ach.) Th. Fr. — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на коре ели европейской, сосны обыкновенной.

* *Chaenothecopsis pusilla* (Ach.) A. F. W. Schmidt — окрестности д. Крупевицы, на разлагающейся древесине.

Cladonia arbuscula (Wallr.) Flot. s. l. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

C. botrytes (K. G. Hagen) Willd. — окрестности д. Крупевицы, сосняк, на разлагающейся древесине.

C. cenotea (Ach.) Schaer. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, сосняк зеленомошный, на разлагающейся древесине, на коре березы бородавчатой (комлевая часть).

C. coniocraea (Flörke) Spreng. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве, в комлевых частях деревьев (сосны обыкновенной, березы бородавчатой), на разлагающейся древесине; д. Колпино, на разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосняк, на почве.

C. cornuta (L.) Hoffm. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве, на разлагающейся древесине.

C. crispata (Ach.) Flot. — окрестности д. Крупевицы, опушка соснового леса, на почве.

C. deformis (L.) Hoffm. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве; окрестности д. Туричино, на разлагающейся древесине.

C. digitata (L.) Hoffm. — окрестности д. Крупевицы, на почве, пнях, в комлевых частях лиственных и хвойных деревьев.

C. fimbriata (L.) Fr. — окрестности д. Крупевицы, в комлевых частях деревьев (береза), на гниющей древесине (сосны), на почве; д. Колпино, на разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосняк, на почве.

C. furcata (Huds.) Schrad. — окрестности д. Крупевицы, опушка соснового леса, на почве.

C. glauca Flörke — окрестности д. Крупевицы, опушка соснового леса, на почве.

C. gracilis (L.) Willd. s. l. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве, разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосняк, на почве.

C. macilenta Hoffm. — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на разлагающейся древесине, в комлевых частях берез, на почве.

C. mitis Sandst. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

C. rangiferina (L.) F. H. Wigg. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве, пнях, поваленных стволах.

C. rei Schaer. — окрестности д. Туричино, сосняк, на почве; окрестности д. Крупевицы, сосняк, на почве.

C. stellaris (Opiz) Pouzar et Vězda — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве; окрестности д. Марьино, сосновый лес, на почве.

C. subulata (L.) Weber ex F. H. Wigg. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

C. sulphurina (Michx.) Fr. — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на почве, на разлагающейся древесине.

C. turgida Hoffm. — окрестности д. Крупевицы, сосняк, на почве.

C. uncialis (L.) Weber ex F. H. Wigg. s. l. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

C. verticillata (Hoffm.) Schaer. — окрестности д. Крупевицы, сосняк лишайниковый, на почве.

Dibaeis baeomyces (L. f.) Rambold et Hertel — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный с нарушенным моховым покровом, на песчаной почве.

Evernia mesomorpha Nyl. — окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной.

E. prunastri (L.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на коре сосны, на сухостойной сосне; г. Невель, на коре березы бородавчатой, липы сердцелистной, осины.

Graphis scripta (L.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, на коре ольхи черной.

Hypocenomyce scalaris (Ach.) M. Choisy — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на коре сосны обыкновенной, разлагающейся древесине.

Hypogymnia physodes (L.) Nyl. — окрестности д. Крупевицы, черноольшанник, на коре ольхи черной, березе бородавчатой; сосняк зеленомошный — на коре сосны обыкновенной, березы бородавчатой, осины, на разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной, осины; д. Колпино, на коре березы бородавчатой; г. Невель, на коре березы бородавчатой, осины, на разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной.

H. tubulosa (Schaer.) Hav. — окрестности д. Крупевицы, на коре березы бородавчатой.

Imshaugia aleurites (Ach.) S. L. F. Meyer — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на разлагающемся стволе сосны, на коре сосны обыкновенной.

Lecania cyrtella (Ach.) Th. Fr. — окрестности д. Крупевицы, на коре ивы.

L. naegelii (Hepp) Diederich et van den Boom — окрестности д. Марьино, сосновый лес, на коре осины; окрестности д. Крупевицы, на коре ивы.

Lecanora allophana Nyl. — д. Колпино, окрестности д. Крупевицы: на коре осины.

L. argentata (Ach.) Malme — г. Невель, на коре рябины обыкновенной.

L. carpineae (L.) Vain. — окрестности д. Урывково, на коре ивы; окрестности д. Марьино, сосновый лес, на коре осины; окрестности д. Крупевицы, на коре ивы.

L. chlarotera Nyl. — окрестности д. Урывково, на коре ивы; окрестности д. Крупевницы, на коре ивы козьей.

L. hagenii (Ach.) Ach. — окрестности д. Крупевницы, на коре ивы козьей.

L. pulicaris (Pers.) Ach. — окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной, осины; г. Невель, на коре рябины обыкновенной, на разлагающейся древесине.

L. symmicta (Ach.) Ach. — окрестности д. Урывково, на коре ивы, на разлагающейся древесине; г. Невель, на коре рябины обыкновенной, на разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосновый лес, на коре осины.

L. varia (Hoffm.) Ach. — окрестности д. Крупевницы, на коре березы бородавчатой.

Lecidella euphorea (Flörke) Hertel — окрестности д. Крупевницы, на коре ивы козьей.

Lepraria incana (L.) Ach. — окрестности д. Крупевницы, на коре сосны обыкновенной.

Melanohalea exasperatula (Nyl.) O. Blanco et al. — окрестности д. Крупевницы, на коре березы бородавчатой.

M. olivacea (L.) O. Blanco et al. — окрестности д. Урывково, на коре березы бородавчатой, ивы.

Melanelixia glabrata (hamy) Sandler Berlin et Arup. — окрестности д. Крупевницы, на коре ольхи черной.

** *M. subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al. — окрестности г. Невель, на коре липы сердцелистной.

M. subaurifera (Nyl.) O. Blanco et al. — окрестности д. Крупевницы, на коре ольхи черной.

Parmelia sulcata Taylor — окрестности д. Крупевницы, черноольшанник: на коре ольхи черной, сосняк зеленомошный: на коре сосны обыкновенной, березы бородавчатой, на разлагающейся древесине; г. Невель, на коре сосны обыкновенной, березы бородавчатой, липы сердцелистной, рябины обыкновенной, осины; д. Колпино, на коре сливы обыкновенной; окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной, осины.

Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl. — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на коре березы бородавчатой, сосны обыкновенной, разлагающейся древесине.

P. hyperopta (Ach.) Arnold — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на коре березы бородавчатой, сосны обыкновенной, на разлагающейся древесине.

Peltigera canina (L.) Willd. — окрестности д. Крупевницы, в основании ствола осины.

P. didactyla (With.) J. R. Laundon — окрестности д. Урывково, опушка соснового леса, на почве.

P. malacea (Ach.) Funck — окрестности д. Урывково, опушка соснового леса, на почве.

P. praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf — окрестности д. Урывково, опушка соснового леса, на почве.

P. rufescens (Weiss) Humb. — окрестности д. Урывково, опушка соснового леса, на почве.

Phaeophyscia ciliata (Hoffm.) Moberg — окрестности д. Крупевицы, на коре осины.

P. nigricans (Flörke) Moberg — г. Невель, посадки вдоль улиц, на коре каштана конского; д. Колпино, на коре вяза шершавого.

P. orbicularis (Neck.) Moberg — г. Невель, посадки вдоль улиц, на коре каштана конского, липы сердцелистной, осины; д. Колпино, на коре вяза шершавого, осины, рябины обыкновенной, на бетонном столбе.

Phlyctis argena (Spreng.) Flot. — д. Колпино, на коре березы бородавчатой; г. Невель, на коре липы сердцелистной.

Physcia adscendens H. Olivier — д. Колпино, на коре вяза шершавого, осины, сливы обыкновенной, на бетонном столбе; г. Невель, на коре рябины обыкновенной, осины; окрестности д. Марьино, сосновый лес, на коре осины; окрестности д. Крупевицы, на коре ивы.

P. aipolia (Ehrh. ex Humb.) Fürnr. — д. Колпино, на коре вяза шершавого; окрестности д. Крупевицы, на коре осины.

P. caesia (Hoffm.) Fürnr. — г. Невель, на гранитных валунах.

P. dubia (Hoffm.) Lettau — г. Невель, на коре березы бородавчатой, липы сердцелистной.

P. stellaris (L.) Nyl. — г. Невель, посадки вдоль улиц, на коре каштана конского, на разлагающейся древесине; д. Колпино, на коре яблони домашней.

P. tenella (Scop.) DC. — г. Невель, посадки вдоль улиц, на коре каштана конского, сосны обыкновенной, березы бородавчатой, липы сердцелистной, на разлагающейся древесине; д. Колпино, на коре березы бородавчатой, сирени обыкновенной, вяза шершавого, рябины обыкновенной, сливы обыкновенной.

Physconia distorta (With.) J. R. Laundon — г. Невель, на коре осины.

P. enteroxantha (Nyl.) Poelt — г. Невель, на коре осины.

Placynthiella uliginosa (Schrader) Coppins et P. James — окрестности д. Крупевицы, сосняк, на почве, растительных остатках, на разлагающейся древесине.

Platismatia glauca (L.) W. L. Culb. et C. F. Culb. — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на коре березы бородавчатой, сосны обыкновенной.

Polyscaenia candelaria (L.) Frödén et al. — д. Колпино, на коре березы бородавчатой; г. Невель, на коре сосны обыкновенной.

P. polycarpa (Hoffm.) Frödén et al. — г. Невель, посадки вдоль улиц, на коре каштана конского, сосны обыкновенной, на разлагающейся древесине.

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf — окрестности д. Крупевицы, сосняк зеленомошный, на коре березы бородавчатой, сосны обыкновенной; г. Невель, на коре березы бородавчатой; окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной.

Ramalina farinacea (L.) Ach. — окрестности д. Урывково, на коре ивы; окрестности д. Марьино, сосновый лес, на коре осины; г. Невель, на коре осины.

R. fraxinea (L.) Ach. — окрестности д. Крупевицы, на коре осины.

R. pollinaria (Westr.) Ach. — окрестности д. Крупевницы, на коре ольхи черной.

Rinodina pyrina (Ach.) Arnold — окрестности д. Крупевницы, на коре ольхи черной.

Scoliciosporum chlorococcum (Graewe ex Stenh.) Vězda — окрестности д. Крупевницы, на коре сосны обыкновенной.

Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins et P. James — окрестности д. Крупевницы, сосняк, на разлагающейся древесине, на растительных остатках, на почве.

Tuckermannopsis chlorophylla (Willd.) Hale — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на коре сосны обыкновенной.

Usnea dasypoga (Ach.) Nyl. — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на коре березы бородавчатой; окрестности д. Туричино, сосняк зеленомошный, на коре сосны обыкновенной.

U. hirta (L.) Weber ex F. H. Wigg. — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на коре сосны обыкновенной.

U. subfloridana Stirt. — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на коре березы бородавчатой; сосны обыкновенной.

Vulpicida pinastri (Scop.) J.-E. Mattsson et M. J. Lai — окрестности д. Крупевницы, сосняк зеленомошный, на разлагающейся древесине; окрестности д. Марьино, сосняк, на коре сосны обыкновенной.

Xanthoparmelia conspersa (Ach.) Hale — г. Невель, на гранитных валунах.

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. — г. Невель, посадки вдоль улиц, на коре каштана конского, березы бородавчатой, осины; д. Колпино, на коре сирени обыкновенной, вяза шершавого, осины, рябины обыкновенной, яблони домашней, сливы обыкновенной, на бетонном столбе; окрестности д. Марьино, сосновый лес, на коре осины; окрестности д. Крупевницы, на коре осины.

В районе исследования обнаружено 100 видов лишайников и 1 вид лихенофильных грибов, относящихся к 46 родам.

По приуроченности к субстрату выявленные виды были отнесены к четырем эколого-субстратным группам: эпифиты, эпигеиды, эпиксилы, эпилиты.

Доминирующее положение занимают эпифиты (71 вид; 70,3 %), среди которых отмечен вид, подлежащий охране в Псковской области (*Ramalina fraxinea*) [4], а также индикаторный вид старовозрастных лесов (*Melanelixia subargentifera*). В районе исследований преобладают лишайники, характерные для сосновых фитоценозов (*Pseudevernia furfuracea*, *Evernia mesomorpha*, *Vulpicida pinastri*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Imshaugia aleurites*, *Platismatia glauca*, виды родов *Usnea*, *Bryoria*, *Cladonia* и др.).

Значительную долю в исследованной лихенобиоте занимают эпигейные виды (28 видов; 27,7 %), приуроченные к сосновым лишайниково-зеленомошным ассоциациям, например, *Cetraria islandica*, *C. ericetorum*, *Cladonia uncialis*, *C. turgida*, *C. crispata*, *C. verticillata*, *C. gracilis*, *C. rangiferina*, *C. stellaris*, *C. mitis*, *C. deformis*, *C. glauca*, *C. cornuta*, виды рода *Peltigera* и др. Внимания заслуживает находка напочвенного вида *Dibaeis baeomyces*, к настоящему времени известного только из окрестностей д. Крупевницы [2].

Эпиксильная эколого-субстратная группа представлена 27 видами (26,7 %). Среди них типичными являются *Cladonia botrytes*, *C. gracilis*, *C. subulata*, *C. coniocraea*, *C. fimbriata*, *Trapeliosis flexuosa*, *Placynthiella uliginosa* и др.

Обнаружено 5 видов (5 %) лишайников эпилитной эколого-субстратной группы: *Xanthoparmelia conspersa*, *Physcia caesia*, *Phaeophyscia orbicularis* и др. Данная группа является малочисленной в связи с незначительной представленностью каменистых субстратов.

Результаты исследований показали, что лишенобиота Невельского района разнообразна. Лихенологические исследования будут продолжены. Потенциальными для изучения являются старинные усадебные парки, сохранившиеся в деревнях Дубокрай, Чупрово, Иваново, Еменец, Гагрино, а также южная часть Невельского района, где встречаются сообщества с комплексом видов, генетически и географически связанных с широколиственными лесами, образованными дубом черешчатым, липой сердцелистной, вязом шершавым, вязом гладким и др.

Литература

1. Истомина Н. Б., Лихачёва О. В. Предварительный список лишайников Псковской области // Новости систематики низших растений. Т. 44. СПб., 2010. С. 171–200.
2. Истомина Н. Б., Лихачёва О. В. Новый вид лишайников Псковской области // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». 2014. Вып. 4. С. 15–16.
3. Истомина Н. Б., Лихачёва О. В. Лишайники национального парка «Себежский» // Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований (СПб., 5–8 ноября 2014 г.). СПб., 2014. С. 93–99.
4. Конспект флоры Псковской области. Л., 1970. 176 с.
5. Красная книга Псковской области. Псков, 2014. 544 с.
6. Природа Псковской области. Псков, 1974. 172 с.
7. Природа районов Псковской области. Л., 1971. 406 с.
8. Розов Н. Г. Ожерелье Псковской земли. Дворянские усадьбы // Михайловская Пушкиниана. Вып. 38. Пушкинские Горы — Псков, 2005. 296 с.
9. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D. & Ekman S. 2011. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Ver. April 29, 2011. [Электронный ресурс]: URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php>. Дата доступа: 08.12.2014

N. Istomina, O. Likhacheva

THE FIRST RECORDS OF LICHENS FROM THE NEVEL' DISTRICT (PSKOV REGION)

The article suggests the preliminary list of lichens and lichenicolous fungi of the Nevel' district (the Pskov region), which is based on the authors' collections. Now it includes 101 species. The species in the list are arranged in the alphabetical order. The substrate ecology of lichen species is mentioned. One endangered species for the Pskov region is reported.

Key words: lichens, Nevel' district, Pskov region, protected species.

МОХООБРАЗНЫЕ Г. ДНО (ПСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В результате бримологического исследования, проведенного на территории г. Дно Псковской области, выявлено 34 вида мхов. Были найдены 2 редких вида. Приводится экологический анализ списка.

Ключевые слова: мхи, бриофлора, г. Дно, редкие виды, экологический анализ.

Мохообразные Псковской области изучены далеко недостаточно. Первая работа по этому вопросу принадлежит N. Malta [8]. Он в 1916–1917 гг. исследовал мохообразные, обитающие в бассейне реки Великой, в том числе в окрестностях станции Дно. В списке он приводит 258 видов. Некоторые из них позднее не были найдены, некоторые были переопределены как другие виды.

В дальнейшем долгое время изучение бриофлоры города не проводилось. С начала 90-х годов изучать мохообразные Псковской области, в том числе и областного центра, начал автор. Имеется также несколько работ по охраняемым территориям Псковской области [1, 2 и др.].

Важным аспектом применения мохообразных является их использование в экологическом мониторинге, в качестве биоиндикаторов на загрязнение окружающей среды. Мхи — аккумулятивные биоиндикаторы: они накапливают тяжелые металлы без быстро проявляющихся нарушений, т. е. обладают толерантностью к этому фактору и способны сохранять жизнедеятельность в условиях избытка микроэлементов в окружающей среде. Благодаря высокому разнообразию местообитаний, структурной простоте растений, omnipotentности и высокой скорости размножения бриофиты являются надежными объектами для изучения загрязнения воздуха в естественных и лабораторных условиях.

Поэтому в последние годы появляется все больше работ, посвященных бриофлоре городов. В Псковской области наиболее подробно исследованы мохообразные г. Пскова [3 и др.]. Изучена также бриофлора некоторых районных центров.

В г. Дно исследования проводились в 2013 г. Образцы собирались из разных антропогенных местообитаний (вдоль железной дороги, на улицах с разной антропогенной нагрузкой, в скверах и на окраине города) и с различных субстратов.

В результате было обнаружено 34 вида мохообразных, принадлежащих к двум отделам. Список видов приводится ниже (названия видов даны по работе [6]).

Отдел *Marchantiophyta*

Сем. *Marchantiaceae*

1. *Marchantia polymorpha* L.

Отдел *Bryophyta*

Сем. *Ditrichaceae*

2. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.

Сем. *Dicranaceae*

3. *Dicranella rufescens* (Dicks.) Schimp.

4. *Paraleucobryum longifolium* (Hedw.) Loeske.

Сем. Pottiaceae

5. *Tortula muralis* Hedw.

Сем. Grimmiaceae

6. *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch et al.

Сем. Funariaceae

7. *Funaria hygrometrica* Hedw.

Сем. Bryaceae

8. *Bryum argenteum* Hedw.

9. *B. caespiticiu*m Hedw.

10. *B. lonchocaulon* Müll. Hal.

Сем. Mielichhoferiaceae

11. *Pohlia melanodon* (Brid) A. J. Show

Сем. Mniaceae

12. *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. J. Kop.

13. *P. ellipticum* (Brid) T. J. Kop.

14. *P. drummondii* (Bruch. et Schimp.) T. J. Kop.

15. *Rhizomnium punctatum* (Hedw) T. J. Kop.

Сем. Orthotrichaceae

16. *Orthotrichum speciosum* Nees.

17. *O. affine* Brid.

Сем. Amblystegiaceae

18. *Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch et al.

19. *Hygroamblystegium varium* (Hedw.) Mönk.

20. *Drepanocladus aduncus* (Hedw) Warnst.

Сем. Pylaisiaceae

21. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al.

22. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske.

Сем. Brachytheciaceae

23. *Brachythecium rotaezanum* De Not.

24. *B. mildeanum* (Schimp.) Schimp.

25. *B. salebrosum* (F. Weber et D. Mohr) Bruch et al.

26. *B. glareosum* (Bruch ex Spruce) Bruch et al.

27. *Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen.

28. *Homalothecium lutescens* (Hedw.) H. Rob.

29. *Sciuro-hypnum oedipodium* (Mitt.) Ignatov et Huttunen.

30. *S. plumosum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen

31. *S. reflexum* (Starke) Ignatov et Huttunen

32. *S. populeum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen

33. *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske

Сем. Hypnaceae

34. *Hypnum cupressiforme* Hedw.

Отдел *Marchantiophyta* в городе Дно представлен всего одним видом — *Marchantia polymorpha*. Из отдела *Bryophyta* наибольшее число видов — 11 — относится к сем. *Brachytheciaceae*. Остальные семейства представлены 1–4 видами.

Среди найденных видов большинство относится к широко распространенным (*Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum*, *Brachythecium salebrosum* и др.). Именно *Ceratodon purpureus* и *Bryum argenteum* чаще всего составляют ядро антропопотолерантной флоры. Эти виды наиболее устойчивы к загрязнению и вытаптыванию и являются типичными «городскими» мхами [5]. Наряду с ними к «городским» мхам относятся *Tortula muralis* и *Funaria hygrometrica*. Однако были встречены и виды, более чувствительные к загрязнению атмосферы (*Brachythecium salebrosum*, *Pylaisia polyantha* и др.), что позволяет судить о достаточно благополучной экологической обстановке города Дно.

На исследованной территории был обнаружен и редкий для области вид *Plagiomnium drummondii* (сем. *Mniaceae*). Его присутствие на данной территории объясняется тем, что он произрастает в канаве на влажной почве, в месте с небольшой антропогенной нагрузкой. Ранее этот вид был найден в Гдовском и Псковском районах, на гнилой древесине и сырой почве.

Спорадически встречается в области *Dicranella rufescens* (сем. *Dicranaceae*). Этот вид также был обнаружен в г. Дно. Ранее он был зафиксирован автором в Дедовичском районе.

Н. Мальта [8] для станции Дно указывал такие виды, как *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb. (отдел *Marchantiophyta*), *Bryum elegans* Nees, *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. L. Sm. и *Anomodon longifolius* (Brid.) Hartm. (отдел *Bryophyta*). Нами эти виды встречены не были.

По отношению к различным экологическим параметрам найденные мохообразные распределились следующим образом.

По отношению к субстрату. На территории города Дно мохообразные встречались на различных субстратах, таких, как бетон, асфальт, каменистый субстрат, мертвая древесина (пни, упавшие стволы деревьев) и на стволах деревьев (береза, тополь и др.).

Из рис. 1 видно, что большинство видов относится к эпилитам. Изобилие каменистоподобных субстратов является характерной чертой городской среды, что и отражается на составе бриофлоры [5].

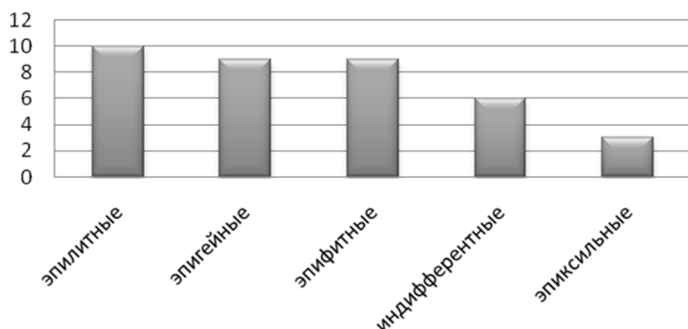


Рис. 1. Экологические группы по отношению к субстрату

Для анализа мохообразных по **отношению к влажности** мы использовали классификацию Г. Ф. Рыковского. Согласно полученным данным (рис. 2), большая часть найденных видов предпочитают места со средней степенью увлажнения. К ним относятся такие виды, как *Tortula muralis*, *Hypnum cupressiforme*, *Pylaisia polyantha* и др. Также многочисленными являются и гигромезофиты (*Bryum argenteum*, *Plagiomnium ellipticum* и др.).

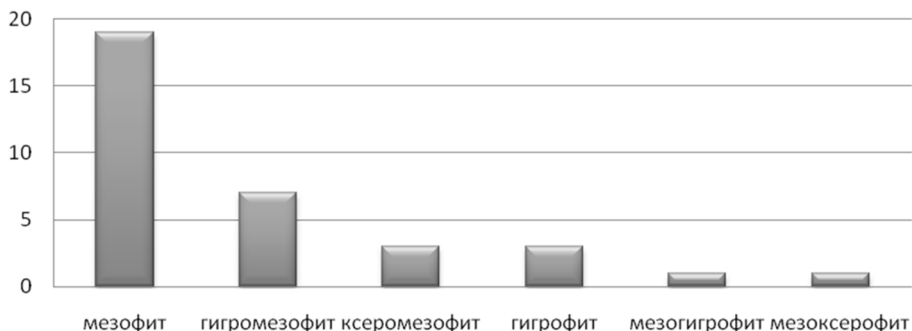


Рис. 2. Экологические группы по отношению к влажности

По отношению к **содержанию питательных веществ** мохообразные распределились следующим образом (рис. 3):

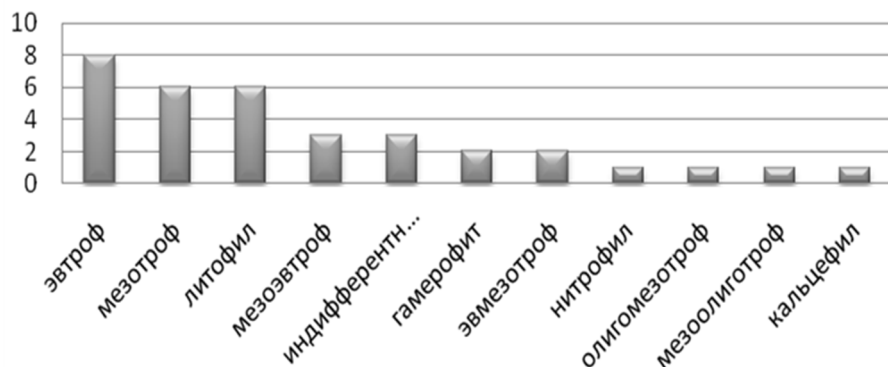


Рис. 3. Экологические группы по отношению к содержанию питательных веществ

Наиболее широко представлены эвтрофы (*Sciuro-hypnum oedipodium*, *Brachythecium mildeanum* и др.), что нормально для населенных пунктов; литофилы (*Sciuro-hypnum plumosum* и т. д.) и мезотрофы (*Brachythecium glareosum*, *Hygroamblystegium varium* и др.) находятся на втором месте.

Для анализа **жизненных форм** мохообразных мы использовали систему, предложенную К. Mägdefrau [7], так как она наиболее полно отражает экологические особенности формирования дерновины.

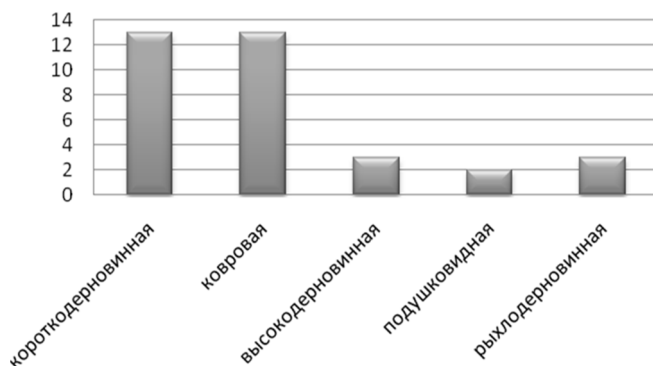


Рис. 4. Жизненные формы мхов

Большинство видов мохообразных имеют ковровую (*Sciurohypnum oedipodium*, *Brachythecium rotaeantum* и др.) и короткодерновинную (*Tortula muralis*, *Bryum argenteum* и др.) жизненную форму (рис. 4). Объясняется это тем, что данные жизненные формы наиболее устойчивы к вытаптыванию, что является одним из лимитирующих факторов в условиях городской среды. Кроме того, ковровые формы часто встречаются на сырой почве и гнилой древесине, а таких субстратов на изученной территории тоже довольно много.

Распределение найденных видов по географическому элементу является типичным для нашей зоны: больше всего встречается голарктических видов (*Brachythecium rotaeantum*, *Homalothecium lutescens* и др.), на втором месте космополиты (*Sciurohypnum plumosum*, *Bryum argenteum* и др.), затем идут бореально-неморальные (*Brachythecium salebrosum*, *Plagiomnium drummondi* и др.); встречаются также аркто-альпийские (*Orthotrichum speciosum*) и циркумбореальные (*Sciurohypnum oedipodium*) виды.

Характеристику видов по типу антропогенных местообитаний мы брали по Н. Н. Поповой [4]. Из эвапофитов нами встречены *Ceratodon purpureus*, *Bryum argenteum* и *Funaria hygrometrica*. Они, как уже было сказано выше, составляют ядро антропотолерантной бриофлоры. К случайным апофитам относятся виды *Dicranella rufescens*, *Plagiomnium drummondi*, *Rhizomnium punctatum*, виды рода *Orthotrichum*. Остальные найденные виды можно отнести к группе гемиапофиты.

По индексу встречаемости К. Эдржейко бриофиты г. Дно (гемеробных и полуприродных ландшафтов) распределились следующим образом: Gs (скелетные виды) — 2,9 % (*Ceratodon purpureus*), Gw (селективные виды) — 32,4 %, Gf (факультативные виды) — 64,7 %. Преобладание последней группы в целом характерно для антропогенных местообитаний [4].

Для выявления экологических групп бриофитов употребляются также термины: s — стенотопные (до 10 % экотопов), gs — гемистенотопные (10–20 %), ge — гемизвритопные (20–50 %), e — эвритопные (больше 50 %) [4]. По этой классификации мохообразные г. Дно распределяются следующим образом: s — 32,4 %, gs — 35,3 %, ge — 17,6 %, e — 14,7 %.

Соотношения видов по степени стеноитопности и эвриитопности довольно наглядны: в группах Gs и Gw преобладают виды е и ge, в группе Gf — s и gs.

Интересно было сравнить состав бриофлоры разных городов области. Для сравнения были взяты районные центры Остров, Новоржев и Дедовичи. Степень общности видового состава мы высчитывали по коэффициенту Сёренсена.

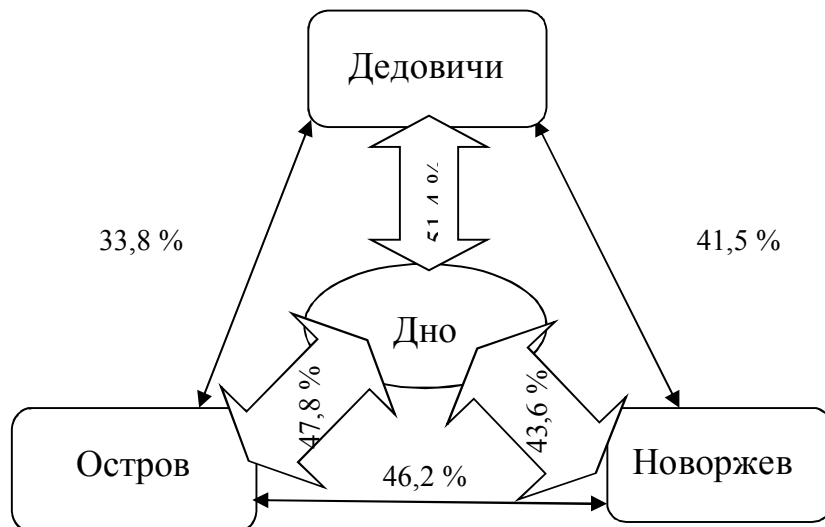


Рис. 5. Анализ сходства бриофлор районных городов

Как видно из представленной схемы (рис. 5), в целом сходство бриофлор сравниваемых городов находится в пределах примерно 40–50 %. Различия связаны с тем, что в исследованных городах имеются различные антропогенные ландшафты, разное количество водоемов, в разной степени исследованы пригородные территории. Наименьшее сходство бриофлор (Остров — Дедовичи) как раз объясняется тем, что в г. Острове они практически не изучены. В то же время в ядро антропогенной бриофлоры входят одни и те же виды; довольно много эвриитопных эвапофитов, близких по видовому составу.

Непосредственное сравнение бриофлоры г. Дно с районными городами показывает наибольшее сходство с таковой г. Дедовичи, наименьшее — с г. Новоржевом.

Литература

1. Андреева Е. Н. Мхи Ремдовского заказника // Природа Псковского края. Вып. 14. СПб., 2002. С. 7–12.
2. Боч М. С., Смагин В. А. Растительность болот национального парка «Себежский», расположенных вокруг озера Бронье // Природа Псковского края. Вып. 6. СПб., 1999. С. 3–6.
3. Недоспасова Н. В. и др. Экологический мониторинг городской среды методами биоиндикации (на примере города Пскова) / Монография. Часть 1. Псков: ПГПУ, 2009. 188 с.
4. Попова Н. Н. Проблема изучения синантропных бриофлор // Актуальные проблемы биологии, медицины и экологии. 2004. 3 (1). С. 193–195.

5. Прудникова Л. Ю. Бриоиндикация: городские мхи и их использование для диагностики состояния окружающей среды / Качество жизни: Ботанический сад УрО РАН. Екатеринбург, 2006. С. 55–57.
6. Ignatov M. S. et al. Check-list of mosses of east Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. V. 15. P. 1–130.
7. Magdefrau K. Life-form of Bryophytes // *Bryophyta Ecology*. L. New-York, 1982. P. 43–82.
8. Malta N. Beitrage zur Moosflora des Gouvernements Pleskau. Riga, 1919. 78 s.

N. Nedospasova

MOSSES OF DNO TOWN (PSKOV REGION)

As a result of the bryological research which have been carried out within Dno town (Pskov Region), 34 species of mosses were revealed. Two rare species were found. The article performs ecological analysis of the list.

Key words: mosses, bryoflora, Dno town, rare species, ecological analysis.

МАКРОФИТЫ ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ИВАН (НЕВЕЛЬСКИЙ РАЙОН) КАК ИНДИКАТОРЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Проведено исследование макрофитов озера Большой Иван. Выявлено 39 видов, из которых 28 имеют индикаторное значение (72 %). Установлено, что озеро Большой Иван относится к мезотрофному типу, подвержено значительному загрязнению тяжелыми металлами и органическими веществами.

Ключевые слова: макрофиты, озеро, качество воды.

Изучение качества воды озера Большой Иван представляет большой практический интерес, т. к. озеро имеет рекреационное, рыбохозяйственное значение, является частью озерной системы, включающей еще одно озеро Малый Иван. Актуальность исследования усиливает то обстоятельство, что на побережье Малого Ивана находится санаторий «Голубые озера».

Изучение макрофитов проводилась у дер. Крупевица Невельского района Псковской области, расположенной на юго-восточном побережье.



Рис. 1. Фрагмент карты: дер. Крупевица — на берегу оз. Большой Иван

Численность населения дер. Крупевица в 2000 г. составляла 105 чел., в 2011 — 80 [1]. Поселение раскинулось вдоль берега озера, коттеджная застройка в сочетании с усадебными участками практически на всем протяжении закрывает проходы к озеру.

Нами исследованы три участка озера. Первый находится за «старыми» усадьбами на окраине поселения. Проход к воде возможен при пересечении территории усадьбы, зарослей кустарников, а затем гати травяного болота протяженностью 15 м. Вода этого участка с очень низким содержанием кислорода, сильно загрязнена органическим веществом. Ил имеет неприятный запах сероводорода, вода коричневого цвета. Пополнение органическим веществом происходит десятки лет стоками с огородов и туалетов. Происходит зарастание и заболачивание озера.

Второй участок находится за усадебными участками с коттеджной застройкой, берег имеет отмель и пляж. Дно покрыто мелкой галькой и песком, с увеличением глубины появляется наилот темного цвета. Вода светло-коричневая без выраженного запаха. Используется жителями для забора воды и в рекреационных целях (пляжный отдых, рыбалка, катание на лодках) поэтому макрофиты регулярно удаляются. Участок завершается пирсом, заходящим в воду на 10 м. Преобладают растения, преимущественно погруженные в воду.

Третий участок расположен за пирсом, отличается мощным развитием макрофитов, побережье заболочено, трудно проходимо и периодически подтопляется, включает развитый растительный покров. На дне большое количество наилок. Вода без выраженного запаха. Эта часть озера соединена с заболоченным и заросшим участком существовавшего в XIX веке рыбопродуктивного пруда, откуда постоянно поступает вода в озеро. Со слов местных жителей известно, что в советский период на окраине этого пруда была мусорная свалка, которая была надолго закрыта, но в последнее время свалку вновь используют.

Цель нашего исследования состояла в том, чтобы провести экспресс-оценку экологического состояния воды избранных участков акватории оз. Большой Иван с использованием макрофитов. Для достижения цели мы определили видовой состав макрофитов, доминирующие и индикаторные виды, а также классы чистоты воды по индикаторной значимости отдельных видов макрофитов. Идентификация макрофитов выполнялась, в большинстве случаев, до вида с использованием лупы и определителя растений [4]. Для каждого исследуемого участка составлялся список видов.

Трофность озера определялась по совокупности индикаторных видов и их обилию. По степени трофности выделяют 4 типа водоемов, которую обозначают цифрами: ацидотрофные — 0; олиготрофные — 2; мезотрофные — 3; эвтрофные — 4 [2]. Видам, свойственным тому или иному типу водоема присваивали соответствующий номер: 1 — растения дистрофного, 2 — олиготрофного, 3 — мезотрофного и 4 — эвтрофного типа водоема.

Для определения трофности и загрязненности воды использовали показатели частоты встречаемости и обилия каждого вида (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение значений относительного обилия и частоты встречаемости организмов (h)

Частота встречаемости	Количество экземпляров одного вида, %	Показатель частоты встречаемости (h)
Очень редко	< 1	1
Редко	2–10	2
Нередко	10–40	3
Часто	40–60	5
Очень часто	60–80	7
Масса	80–100	9

После определения показателя встречаемости был проведен расчет суммарной трофности изученной акватории озера Большой Иван (табл. 2). Для этого показатель типа трофности водоема, присвоенный каждому виду (графа 1 табл. 2), умножали на показатель его встречаемости (графа 2 табл. 2), полученный результат заносили в графу 3 табл. 2. Данные по каждой графе 2 и 3 суммировали (значения $\Sigma(2)$ и $\Sigma(3)$ соответственно). Общая суммарная трофность по четырехбалльной шкале рассчитывалась как частное от деления полученных показателей $\Sigma 3 / \Sigma 2$.

По степени загрязненности водоемы делят на пять классов: крайне слабо, слабо, умеренно, сильно и очень сильно загрязненные, обозначая их соответственно цифрами от 1 до 5 [2]. Видам, свойственным тому или иному типу водоема присваивали соответствующий номер (графа 1 табл. 3), а частоту их встречаемости (графа 2 табл. 3) определяли по шкале (табл. 1). Далее общая суммарная загрязненность по пятибалльной шкале рассчитывалась также как общая суммарная трофность.

В результате проведенного изучения было выявлено 39 видов высших растений из 17 семейств и один представитель водорослей *Nitelopsis* sp. из отдела Харовых. Собран гербарий и передан в научный Гербарий университета.

Из 39 видов макрофитов имеется один представитель Хвощевидных — *Equisetum fluviatile* L., остальные виды — Покрытосеменные растения. Наиболее многочисленными являются виды из семейства *Cyperaceae* Juss., их 8 видов (*Carex aquatilis* Wahlenb., *C. caespitosa* L., *C. elongata* L., *C. nigra* (L.) Reichard., *C. rostrata* Stokes ex Willd., *C. vesicaria* L.; *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla). В составе семейства *Poaceae* Barnh. — 5 видов (*Glyceria fluitans* (L.) R. Br., *G. maxima* (Hartm.) Holmb.; *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel; *Poa compressa* L., *P. palustris* L.); *Potamogetonaceae* Dumort. — 4 вида (*Potamogeton gramineus* L., *P. lucens* L., *P. crispus* L., *P. perfoliatus* L.); по три вида в двух семействах *Hydrocharitaceae* Juss. (*Elodea canadensis* Michx., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L.) и *Lemnaceae* S. F. Gray (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleiden, *Staurogeton trisulcus* (L.) Schur., *Lemna minor* L.); по два вида включают три семейства: *Nymphaeaceae* Salisb. (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L.); *Alismataceae* Vent. (*Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L.); *Typhaceae* Juss. (*Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L.); по одному виду содержат семь семейств: *Polygonaceae* Juss. (*Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray); *Araceae* Juss. (*Calla palustris*

L.); *Acoraceae* Agardh (*Acorus calamus* L.); *Butomaceae* L. C. Rich. (*Butomus umbellatus* L.); *Lentibulariaceae* Rich. (*Utricularia vulgaris* L.); *Ceratophyllaceae* S. F. Gray (*Ceratophyllum demersum* L.); *Halorgaceae* R. Br. (*Myriophyllum spicatum* L.).

Индикаторную роль имеют 28 видов [3], что составляет 72 % от общего числа выявленных макрофитов.

Показатели трофности видов, имеющих индикаторную роль, занесли в табл. 2 и рассчитали показатель общей трофности озера, она составила 2,9, что позволило отнести его к водоемам переходного типа между олиго- и мезотрофным.

Таблица 2

Вычисление суммарной трофности изученной акватории озера Большой Иван по индикаторным видам

Название вида	Показатель типа трофности водоема	Частота встречаемости	(1) × (2) = (3)
	(1)	(2)	(3)
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	2	3	6
<i>Calla palustris</i> L.	2	1	2
<i>Potamogeton lucens</i> L.	2	2	4
<i>Carex vesicaria</i> L.	3	3	9
<i>Typha angustifolia</i> L.	3	5	15
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	3	5	15
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	3	5	15
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	3	7	21
<i>Staurogeton trisulcus</i> (L.) Schur	3	3	9
<i>Lemna minor</i> L.	3	3	9
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	3	5	15
<i>Nymphaea alba</i> L.	3	3	9
		Σ(2) = 45	Σ(3) = 129

Показатели уровня загрязненности видов, имеющих индикаторную роль, занесли в табл. 3 и рассчитали общую суммарную загрязненность изученных участков акватории озера, она составила 4, что озеро испытывает сильное загрязнение.

Таблица 3

Вычисление суммарного показателя загрязненности изученной акватории озера Большой Иван по индикаторным видам

Название вида	Показатель степени загрязнения	Частота встречаемости	(1) × (2) = (3)
	(1)	(2)	(3)
<i>Nitelopsis sp.</i>	3	2	6
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	2	3	6
<i>Potamogeton lucens</i> L.	3	2	6
<i>P. crispus</i> L.	4	5	20
<i>P. perfoliatus</i> L.	3	5	15
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	5	5	25
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	2	2	4
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	4	7	28

Продолжение таблицы 3

<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	5	5	25
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	5	3	15
<i>Lemna minor</i> L.	5	3	15
<i>Staurogeton trisulcus</i> (L.) Schur	5	3	15
		$\Sigma(2) = 45$	$\Sigma(3) = 180$

Список индикаторных видов Г. С. Гигиевича, Б. Г. Власова, Г. В. Вынаева [цит. по 3] позволил выявить характер загрязнителей воды в озере (табл. 4).

Таблица 4

Характер загрязнения на исследованных участках
изученной акватории озера Большой Иван

Знак + указывает на наличие вида в исследуемом участке озера

Индикаторы	Название вида	Номер изученного участка		
		1	2	3
органического загрязнения	<i>Acorus calamus</i> L.	+		
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		+	+
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+
	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	+		+
	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+	+
	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+		+
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		+	+
	<i>Lemna minor</i> L.	+		+
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+
эвтрофирования	<i>Acorus calamus</i> L.	+		
	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+		+
	<i>Potamogeton crispus</i> L.		+	+
	<i>P. crispus</i> L.		+	+
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	+		+
	<i>Lemna minor</i> L.	+		+
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	+		+
загрязнения тяжелыми металлами	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+		+
	<i>Potamogeton lucens</i> L.	+	+	+
	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	+	+
	<i>Elodea canadensis</i> Michx.	+	+	+
	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	+		+
	<i>G. maxima</i> (Hartm.) Holmb			+
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.		+	+
	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	+		+
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+

Как ясно из таблицы, воды озера подвергаются эвтрофированию, а также значительному загрязнению тяжелыми металлами и органическими веществами.

На втором участке отмечено наименьшее количество индикаторных видов по сравнению с первым и третьим, но на втором участке видовой состав макрофи-

тов контролируется жителями, заинтересованными в отсутствии растений в акватории пляжа. Таким образом, сокращение видового состава макрофитов на этом участке не следует рассматривать как показатель чистоты воды.

Таким образом, изучение видового состава макрофитов позволяет сделать выводы о значительном антропогенном воздействии на воды изученной акватории озера Большой Иван.

Данная работа носит предварительный характер и касается небольшой части озерной системы двух озёр Большого и Малого Ивана, но отражает необходимость проведения мониторинга за состоянием качества воды озёр.

Литература

1. Административно-территориальное деление Псковской области. (1917–2000). Справочник. Книга 1. Псков, 2002.
2. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. М.: Издат. центр «Академия», 2007. С. 106–118.
3. Садчиков А. П., Кудряшов М. А. Гидробиотаника. Прибрежно-водная растительность. М: Издат. центр «Академия», 2005. 240 с.
4. Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России. СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.

I. Sokolova

MACROPHYTES OF BIG IVAN LAKE (NEVELSKY DISTRICT) AS INDICATORS OF WATER QUALITY

The study of macrophytes was conducted in lake Big Ivan. 39 species were identified, 28 of them have an indicator value (72 %). The research reveals that the lake Big Ivan is of mezotroph type and is exposed to contamination by heavy metals and organic substances.

Key words: macrophytes, lake, water quality.

ГЕОГРАФИЯ И ЕЁ ПРЕПОДАВАНИЕ

УДК 911.3:314.7(470.25)

П. В. Василенко

СТРУКТУРА ВНЕШНЕЙ МИГРАЦИИ НАСЕЛЕНИЯ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Миграция населения рассматривается современными исследователями как средство, позволяющее перераспределять важнейший на сегодняшний день ресурс — человеческий капитал. При этом особый интерес для изучения представляют приграничные регионы и регионы периферии, где миграционные процессы проявляются интенсивнее и характернее, а их влияние на структуру населения существенно. В статье представлен анализ миграционных процессов Псковской области в постсоветский период, основанный на обработке статистических данных. Автором предпринимается попытка обосновать основные тенденции в миграционной картине Псковской области за последние 20 лет.

Ключевые слова: Псковская область, миграция, внутрироссийская миграция, зарубежная миграция.

В современных условиях геополитической нестабильности происходит формирование новых потоков миграции на территорию Российской Федерации, как добровольной, так и вынужденной. Зарубежная русскоязычная диаспора обладает большим миграционным потенциалом, его мобилизация может способствовать решению демографических проблем ряда регионов России. Механическое движение населения в значительной степени влияет на социально-экономическую ситуацию в российских регионах, стимулируя развитие одних и депопуляцию и стагнацию других.

Псковская область является лидером по депопуляции в России. Численность населения на ее территории неуклонно уменьшается с момента обретения областью современных границ (1957 г.). Также область стала первым регионом страны, где смертность превысила рождаемость, и произошло это в 1966 г., то есть на четверть века раньше, чем в целом по России [4]. К тому же, в течение двух последних десятилетий Псковская область держит бесспорное лидерство в стране по показателям смертности и естественной убыли населения [6].

Согласно пессимистическому прогнозному сценарию, при сохранении наметившихся в конце XX – начале XXI вв. темпов депопуляции, население в Псковской области с современных 656,6 тыс. чел. (2014 г.) может уменьшиться через двадцать лет на 150 тыс. чел. [2], то есть почти на четверть. Одним из способов решения проблемы депопуляции в Псковской области является миграция населения. В настоящее время естественная убыль населения региона лишь отчасти компенси-

руется за счет миграции. Поэтому региону необходимо делать ставку на миграционный приток с целью компенсации значительной естественной убыли населения [7]. Для Псковской области как региона нового российского пограничья особый интерес представляет межгосударственная миграция населения.

Интерес к изучению миграций населения способствовал созданию целого ряда научных школ, как зарубежных (С. Стоффер [16], Д. Зипф [18], В. Зелински [17], Д. Массей [13] и др.), так и отечественных (В. А. Ионцев [3], Л. Л. Рыбаковский [10], Ж. А. Зайончковская [8], В. И. Переведенцев [9] и др.). Зарубежные школы миграции населения прошли долгий эволюционный путь в построении теорий и моделей. Тренды постепенно сменялись от социальной физики Кетле к законам Э. Равенштайна [14, 15], затем к математическим подходам и вновь к гравитационным моделям, через развитие теории о притягивающих и выталкивающих факторах Э. Ли [12] к экономическим моделям М. Тодаро [11], а затем к гендерному и трансграничному изучению миграций.

Отечественная школа отличалась прикладным изучением явления, так как миграции во многом способствовали освоению территории государства и формированию его современного облика. Управление внутренней колонизацией, администрирование миграций и перераспределение трудовых ресурсов в условиях плановой экономики, исследование массового движения населения, вызванного распадом СССР, проходило при участии лучших специалистов по миграционным процессам. Миграционный обмен населения Псковской области находился в фокусе работ таких авторов, как А. Г. Манаков, Н. К. Теренина, И. В. Кривуля, С. И. Евдокимов и др. [2, 4–7], однако не проводилось детального анализа динамики обмена населения в постсоветский период с выявлением особенностей миграционного процесса.

Псковская область занимает $\frac{1}{309}$ территории России (48-е место) и в ней сосредоточена $\frac{1}{215}$ (или 0,46 %) (2012 г.) населения страны. В рейтинге регионов по количеству населения за последние 20 лет она потеряла 3 позиции, заняв 66-е место в 2012 г. В период с 1990 г. доля региона в населении России уменьшилась с $\frac{1}{175}$ до $\frac{1}{215}$.

В демографической структуре доля лиц старше трудоспособного возраста составляет более четверти населения региона (около трети в сельской местности) и продолжает расти, что влияет на увеличение смертности. Наряду с высокой смертностью среди лиц трудоспособного возраста и низкой рождаемостью это приводит к высокой естественной убыли населения.

В настоящее время общий миграционный баланс Псковской области выглядит относительно сбалансированным. С 1990 г. отрицательное сальдо наблюдалось по итогам семи лет (2001 г., 2005–2010 гг.), а суммарное сальдо составило + 56,9 тыс. чел., которое, тем не менее, не смогло перекрыть естественной убыли населения. Максимальные значения прибытия наблюдались в периоды с 1990 по 1996 гг. и с 2011 по 2012 гг., при этом максимальное за весь период сальдо принадлежит первому интервалу. Это связано с вынужденными миграциями первой половины 1990-х гг. преимущественно из республик бывшего СССР (в дальнейшем —

стран Балтии и СНГ). Особенно следует отметить пиковый 1994 г., когда общее миграционное сальдо фактически совпадало с количеством въехавших в тот год зарубежных мигрантов.

Среди субъектов Российской Федерации регион занимает 53-е место по общему количеству мигрантов, въехавших из-за рубежа за последние 20 лет. В этот период мигранты из стран СНГ, Балтии и Грузии составляли в среднем 95 % миграционного потока в Россию. Пограничные с Псковской областью страны Балтии и Белоруссия способны отдавать гораздо меньше мигрантов, чем страны Средней Азии, сформировавшие миграционный прирост населения Поволжья и казахстанского пограничья. К тому же для стран Балтии, состоящих в Евросоюзе, «западный дрейф» также актуален, как и для всего постсоветского пространства, поэтому центр притяжения для них находится в противоположной от России стороне. Если выстраивать ряд по тому же показателю, но среди регионов, граничащих по суше с другими странами, то Псковская область будет занимать 23-е место из 38, что пропорционально общему рейтингу. Если рассматривать регион с точки зрения не положения, а численности населения, способного обеспечить гравитационное миграционное притяжение, то здесь регион уступает 65-ти субъектам из 83.

Так как численность населения Псковской области в абсолютном выражении последние полвека стремительно уменьшается, лучше использовать для анализа относительный показатель численности зарубежных мигрантов на 10 000 чел. населения области в год (рис. 1).

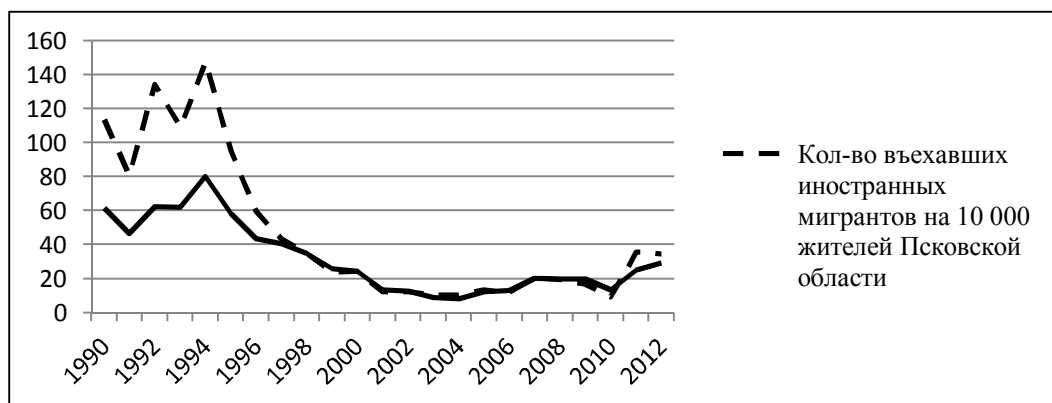


Рис. 1. Количество въехавших иностранных мигрантов на 10 000 жителей России и Псковской области

В пиковый 1994 г. по этому показателю Псковская область занимала 11-е место (с показателем 148 чел./10 000 жит.) после Магаданской и Смоленской областей, но перед Поволжьем и столичными регионами, среди приграничных регионов — 5-е место, опережая Курскую и Воронежскую области, но уступая Калининградской и Белгородской областям. К 2003 г. Псковская область спустилась на 28-е место (15-е место среди приграничных регионов), все так же уступая Белгородской и Калининградской областям. В 2011–2012 гг. регион уверенно вошел в третий деся-

ток по количеству зарубежных мигрантов на 10 000 жителей (9-е и 12-е место среди приграничных регионов соответственно), чем обязан не только незначительному увеличению количества мигрантов, но и уменьшению населения. Средняя величина показателя с 1993 по 2012 г. — 38 чел./10 000 жит., по ней Псковская область занимает 22-е место в общем рейтинге и 12-е место в рейтинге приграничных регионов.

На рис. 2 представлен график, на котором показаны две функции: отношение въехавших зарубежных мигрантов в Россию к въехавшим в Псковскую область и отношение численности населения России к числу жителей Псковской области.

К примеру, в 2000 г. Псковскую область, составляющую $\frac{1}{185}$ долю населения России, выбрала $\frac{1}{185}$ всех въехавших иностранных мигрантов. Приблизительно схожие значения были в 1998 г. и 2007 г. — $\frac{1}{182}$ и $\frac{1}{181}$, $\frac{1}{201}$ и $\frac{1}{197}$ соответственно. Максимальные значения отношения мигрантов наблюдались в период до 1994 г. — пикового для внешней миграции в Россию. К этому периоду сохранялась тенденция возвращения русскоязычного населения из бывших советских республик в Россию, начавшаяся задолго до распада СССР. Абсолютный максимум за 23 года наблюдался в 1992 г. $\frac{1}{83}$, сразу же после распада Советского Союза. Тогда сказалось приграничное положение Псковской области, и здесь обосновалось относительно большее число мигрантов. Соотношение показателей выровнялось к 1998 г., когда вынужденные миграции заметно сократились. Далее происходило колебание показателя в коридоре от $\frac{1}{152}$ в 2004 г., что выше соотношения населения Псковской области и России в этом году, до абсолютного минимума $\frac{1}{304}$ в посткризисном 2010 г., что соответствовало минимуму въехавших в Россию, и, по всей видимости, усилению роли экономических факторов.

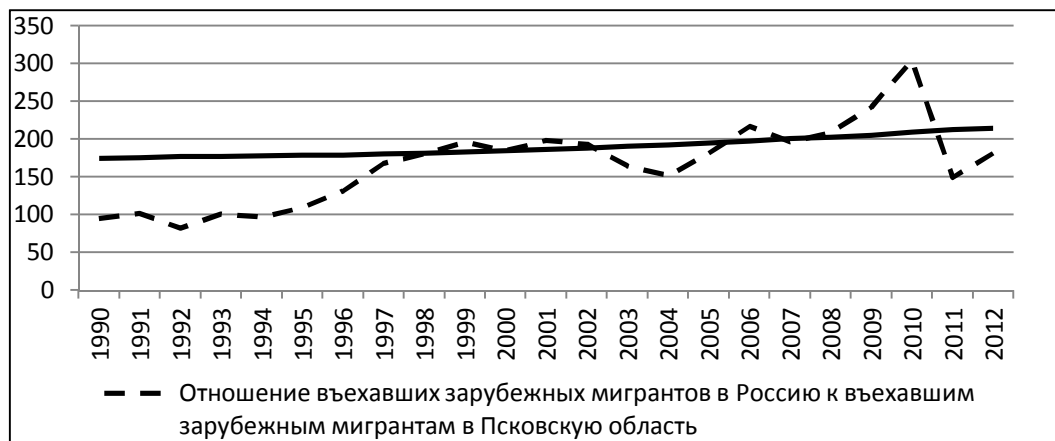


Рис. 2. Отношение въехавших зарубежных мигрантов в Россию к въехавшим в Псковскую область и отношение численности населения России к числу жителей Псковской области

Таким образом, доля мигрантов от всех внешних мигрантов России, выбравших Псковскую область, с 1990 г. изменялась от $\frac{1}{83}$ до $\frac{1}{304}$, а доля региона в общем населении страны, как уже отмечалось, уменьшилась с $\frac{1}{175}$ до $\frac{1}{215}$. При этом, как видно из графика, линии тренда показателей сонаправлены, а график доли въехавших на территорию Псковской области от всех въехавших в страну колеблется вокруг функции населения. В целом, если принимать во внимание структуру потока, то он соответствует гравитационному закону: в 1990-х гг., оказавшись в непосредственной близости от стран-доноров, Псковская область приняла больше мигрантов (сказалось малое расстояние). Затем поток из западных соседних стран уравнился с потоком из государств Средней Азии и на долю региона выпадала своя «квота», соответствующая численности населения области. В последние годы, когда среднеазиатские мигранты начинают преобладать, вновь сказывается расстояние (значительная удаленность Псковской области от места выбытия), в результате регион недополучает мигрантов (хотя здесь вмешиваются экономические факторы и новые особенности миграционного учёта, вследствие чего ситуация не выглядит так однозначно).

Рассмотрим структуру зарубежной миграции Псковской области в период 1990–2011 гг. по странам выбытия (рис. 3). Доля государств СНГ, Балтии и Грузии в этой структуре за исследуемый период в среднем составил 97,7 %. Разделим эти государства на 4 группы: страны Балтии (Литва, Латвия, Эстония), Белоруссия, Молдова и Украина, государства Закавказья (Азербайджан, Армения, Грузия) и страны Средней Азии (Казахстан, Киргизия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан).

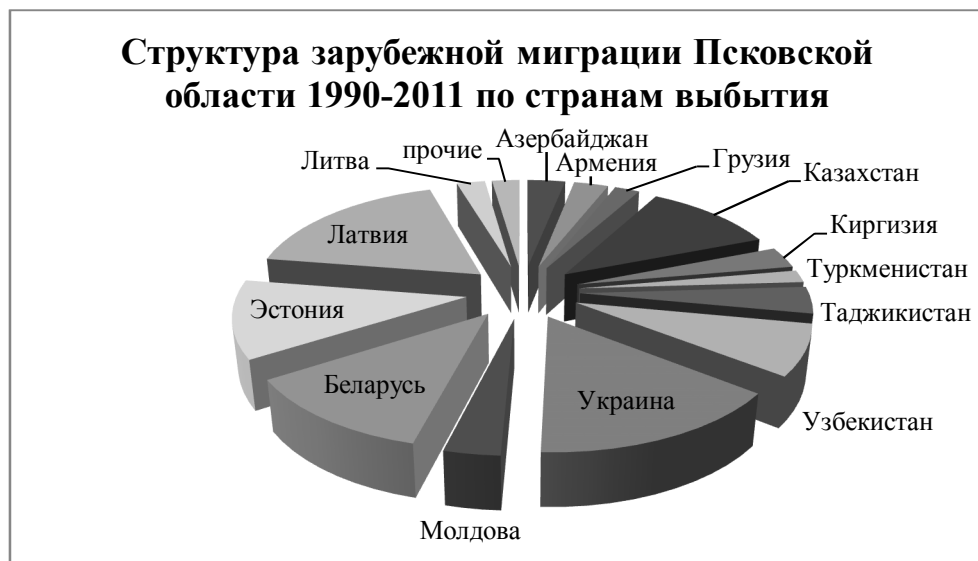


Рис. 3. Структура зарубежной миграции Псковской области в 1990–2011 гг. по странам выбытия

Около трети въехавших мигрантов (32,4 %) прибыли из стран Балтии, эта группа государств занимает первое место среди стран-поставщиков мигрантов в Псковскую область с 1990 г. Такой показатель обусловлен высокой долей приезжих из Латвии (18,3 %) и Эстонии (11,8 %) вследствие массовых миграций первой половины 1990-х гг., когда начался выезд русскоязычного населения из стран Балтии. Доля Литвы незначительна (2,4 %). Псковская область имеет общую границу с Эстонией, при этом исторически регион тесно взаимосвязан со своими западными соседями не только общей границей, но и населением. Русскоязычное население продолжает оставаться многочисленным в странах Балтии — это 29,5 % населения Латвии, 25,5 % населения Эстонии и 5,8 % населения Литвы по данным переписей 2011 г. Кроме того, русскоязычная диаспора в Латвии является самой многочисленной по числу русских на одного жителя страны. Каждый третий житель приграничных районов Псковской области имеет родственников по другую сторону границы, то есть в Эстонии и Латвии [5].

Несмотря на тесное взаимоотношение и высокий потенциал диаспоры, массовая миграция из стран Балтии прекратилась во второй половине 1990-х гг. С одной стороны, общий пик миграции русскоязычного населения в Россию к этому времени прошел, и это соответствовало общей тенденции (все кто хотел уехать сразу — уехал). С другой стороны, в конце 1995 г. страны Балтии подали заявки на вступление в Евросоюз, и для жителей Эстонии, Латвии и Литвы обозначились новые перспективы. Начало нарастать социально-экономическое неравенство. Вследствие уменьшения количества потенциальных мигрантов миграционный поток истощился. Для Эстонии и Латвии в эту категорию входили, прежде всего, лица без гражданства, количество которых значительно уменьшилось, а многие из них вошли в предпенсионный и пенсионный возраст, когда сокращается вероятность миграции. Дети, рождённые после обретения республиками независимости, автоматически получали гражданство (отчасти закрепляя родителей на месте), и сейчас, являясь гражданами ЕС, не связывают своё будущее с Россией. Для миграции из Латвии, как в Псковскую область, так и в Россию в целом характерно снижение показателя в период с 2002 по 2008 гг. Примечательно, что в Латвии в этот период существовал специальный орган — Секретариат Министра по особым поручениям по делам общественной интеграции. Он был призван вести диалог между правительством и этническими меньшинствами Латвии (в т. ч. русскими), бороться с дискриминацией, решать существующие проблемы и способствовать созданию общества с единой системой ценностей и т. д. Деятельность секретариата подвергалась постоянной критике и в 2008 г. он прекратил свое существование. После этого миграционный отток из Латвии в Псковскую область вновь увеличился. Стоит добавить, что программа по содействию добровольному переселению соотечественников распространяется также и на жителей стран Балтии.

Доля мигрантов из стран Балтии, въехавших в Псковскую область от въехавших в Россию, высока — в среднем $\frac{1}{27}$ за период 1993–2011 гг. Максимальные значения наблюдались до 1998 г. для Эстонии — тогда более $\frac{1}{10}$ всех мигрантов из этой страны оседали в Псковской области. Схожие значения в этот период наблю-

дались для Латвии (около $\frac{1}{10}$). В последующем имело место незначительное колебание показателя для обеих стран (до $\frac{1}{20}$). Доля мигрантов из Литвы, выбравших Псковскую область, была максимальной в 2007 г. — $\frac{1}{28}$, и минимальной в 2010 г. — $\frac{1}{217}$, со средним значением $\frac{1}{57}$. Для региона, где проживает $\frac{1}{191}$ населения России, это высокие показатели, причина которых кроется в соседстве с этими странами. Рассмотрим распределение среднего значения показателя количества въехавших из стран Балтии мигрантов на 10 тыс. населения по линии Псков — Москва, по мере удаления от границ. Наибольшее значение наблюдается в Псковской области — 11,6 чел. / 10 000 жит. Затем следуют Новгородская и Смоленская области — 4,6 и 3,1 чел. / 10 000 жит. соответственно. Интересно, что соотношение показателей этих областей пропорционально соотношению расстояния от Риги до Великого Новгорода и от Риги до Смоленска. Замыкают ряд Тверская область — 2,7 чел. / 10 000 жит., и Московская область вместе с Москвой, чей низкий показатель (0,6 чел. / 10 000 жит.) обеспечен не только удаленностью, но и большой численностью населения столичного региона. Таким образом, по мере отдаления от границ количество въехавших из стран Балтии на 10 тыс. населения уменьшается, то есть интенсивность миграции находится в прямой зависимости от расстояния. Общая же доля стран Балтии в структуре миграций в Псковскую область уменьшилась с 39 % в 1994 г. до 17 % в 2011 г.

Следующая группа стран — Белоруссия, Украина и Молдова, с 1990 по 2011 гг. обеспечившие 31,3 % зарубежных мигрантов Псковской области. Доля приезжих из Украины за период составила 15,6 %, Белоруссии — 12,3 %, Молдовы — 3,4 %. Динамика миграций этой группы отличается от динамики миграций из стран Балтии. Пик приходился на 1990 г., затем наблюдалось резкое снижение к 1992 г. (можно предположить, что потенциальные мигранты раздумывали, переезжать им, или оставаться). Затем, к знаковому 1994 г., произошел новый рост. Общее количество мигрантов до 1996 г. уступало приехавшим из стран Балтии, а в 1994 г. и бывшим гражданам государств Средней Азии. Однако падение общего числа мигрантов во второй половине 1990-х гг. не оказалось таким стремительным, как для стран Балтии — с 1998 г. в Псковскую область стабильно приезжало в среднем 450 чел. в год из Белоруссии, Украины и Молдовы, против 180 чел. в год из Эстонии, Латвии и Литвы.

В отличие от стран Балтии, Белоруссия, Украина и Молдова имеют более многочисленные русские диаспоры. Самая большая из диаспор по общему числу расположена в Украине (более 8 млн. чел. согласно переписи 2001 г.), количество русских в Белоруссии также велико (7,9 млн. по переписи 2009 г.), в Молдавии проживают около 200 тыс. русских (по данным переписи 2004 г.). Несмотря на то, что численность русских диаспор постсоветских Литвы и Молдовы сопоставимы, численность мигрантов, въехавших в Россию из этих стран, исчисляется сотнями из Литвы и тысячами из Молдовы. Доля мигрантов из Белоруссии, Украины и Молдовы, выбравших Псковскую область, от общего количества мигрантов из этих трех стран, выбравших Россию, за период 1993–2011 г. невысока — $\frac{1}{133}$. Однако внутри

этой группы существуют различия — для Белоруссии, имеющей общую границу с Псковской областью, этот показатель равен $\frac{1}{48}$. Для Украины это показатель составляет $\frac{1}{225}$, свидетельствуя, что Псковская область в целом оказалась менее привлекательна, чем «средний» регион России, хотя и имеют место колебания соотношения. Доля въехавших в Псковскую область от всех въехавших в Россию из Молдовы за период 1993–2011 г. в среднем равна $\frac{1}{126}$, причем периоды роста показателя плавно сменяются периодами снижения.

Рассмотрим распределение среднего значения показателя количества въехавших из Белоруссии, Украины и Молдовы мигрантов на 10 тыс. населения по линии Брянск — Санкт-Петербург. Здесь показатель также плавно убывает от Брянской области (17,5 чел. / 10 000 жит.), зажатой между Белоруссией и Украиной, через приграничные Смоленскую (15,2) и Псковскую (11,2) области к относительно удаленной Новгородской области (9,7) и многонаселенному Санкт-Петербургу (вместе с Ленинградской областью — 7,7 чел. / 10 000 жит.).

Третья по численности группа стран-поставщиков мигрантов для Псковской области — государства Средней Азии. Жители Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана обеспечили 28 % зарубежной иммиграции в период с 1990 по 2011 гг. Динамика миграций в Псковскую область из стран Средней Азии более стабильна, чем динамика двух предыдущих групп стран — разница между минимумом и максимумом мигрантов за исследуемый период составляет 3233 чел., тогда как для стран Балтии — 5818 чел., а для группы Белоруссия, Украина и Молдова — 4468 чел.

Наблюдается традиционный пик в 1994 г., а затем локальные максимумы в общей динамике, когда мигранты «доезжают» из довольно отдаленных от Псковской области республик. В общей структуре стран-поставщиков мигрантов республики Средней Азии являются явно преобладающими в 1998, 2001, 2004 гг., а также начиная с 2009 г. Среди группы среднеазиатских стран можно выделить Казахстан и Узбекистан, лидирующие по численности населения в своем регионе и обеспечившие соответственно 11 % и 8 % всей зарубежной миграции в Псковскую область за период с 1990 по 2011 гг. Однако уже с 2006 г. количество мигрантов из менее благополучного Узбекистана начинает преобладать.

За 1990–2011 гг. из Средней Азии в Псковскую область приехало 22 910 чел., в среднем 208 чел. в год из каждой из пяти республик. Русскоязычные диаспоры Средней Азии многочисленны, на фоне других выделяется Казахстан с 23 % русских (около 4 млн. чел.) и Узбекистан (около 1 млн. чел.). Отток населения из республик Средней Азии начался еще в 1970-е гг., с этническими конфликтами 80–90 гг. XX в. и распадом СССР он усилился. В настоящее время политика коренизации кадров, «национализации» образования и усиления роли национальных языков заставляет русскоязычное население покидать Среднюю Азию. Таким образом, миграционный потенциал республик остается большим. Согласно прогнозу М. Б. Денисенко и Н. В. Мкртчяна [1], в период до 2030 г. в Россию выедет половина оставшегося русскоязычного населения Средней Азии, то есть около 2,5 млн чел. (125 тыс. в

год). При сохранении тенденции последних 5 лет это будет около 350 чел. для Псковской области в год.

Доля среднеазиатских мигрантов, приехавших в Псковскую область, от всего количества среднеазиатских мигрантов в Россию за период 1993–2011 гг. невелика — $\frac{1}{264}$. Наиболее безразличны к Псковской области бывшие жители Казахстана ($\frac{1}{378}$) и Узбекистана ($\frac{1}{269}$). Однако были и локальные максимумы — в 1994 г. регион выбрали $\frac{1}{71}$ и $\frac{1}{91}$ всех мигрантов Таджикистана и Туркменистана. После начала работы государственной программы по оказанию содействия добровольному переселению в Россию соотечественников, проживающих за рубежом, количество мигрантов из Средней Азии увеличилось на порядок больше, чем мигрантов из остальных стран. Несмотря на удаленность республик от Псковской области и наличие прибалтийских русскоязычных диаспор с большим потенциалом, в скором времени это может вывести среднеазиатские страны на первое место среди поставщиков мигрантов в Псковскую область.

Рассмотрим распределение среднего значения показателя количества въехавших из стран Средней Азии мигрантов на 10 тыс. населения по линии Оренбург — Псков. Динамика здесь не такая однозначная, как у предыдущих двух групп стран. Однако если не принимать в расчет Москву и Московскую область, Мордовию и Рязанскую область, можно сказать, что показатель убывает от Оренбурга, Самары и Ульяновска к Твери и Пскову.

Последняя группа постсоветских стран, оказывающих влияние на миграционную картину Псковской области — республики Закавказья. Их доля в общем количестве въехавших в период 1990–2011 гг. зарубежных граждан невелика — 8,3 % (6789 чел.). В динамике въезда с 1990 г. после максимума 1994 г. следует продолжительный спад до роста в 2007 г., в преддверии экономического кризиса. Интересно, что количество мигрантов из других стран СНГ в эти годы не росло, либо росло незначительно.

Русскоязычная диаспора Закавказья малочисленна, особенно после массовых миграций начала 1990-х гг. В миграционном движении участвуют не только русские, но и представители титульных наций — согласно переписи населения 2010 г. в России проживает около 2 млн. азербайджанцев, армян и грузин (в т. ч. около 4 тыс. на территории Псковской области), что предполагает контакт мощных зарубежных диаспор с родными странами. Однако Псковская область не является привлекательным регионом для мигрантов из Закавказья — в период с 1990 г. Псковскую область выбрал только каждый четырехсотый приезжий из Азербайджана, Армении или Грузии.

Судя по распределению среднего значения показателя количества въехавших из стран Закавказья мигрантов на 10 тыс. населения по линии Северная Осетия — Псковская область, все переселенцы почти равномерно оседают по дороге, не добравшись до Псковской области.

Занимая приграничное положение, Псковская область в целом является привлекательной в миграционном плане. Общее миграционное сальдо за последние 20 лет является положительным. Зарубежная миграция представлена в основном

выходцами из постсоветских республик, причем почти в равной степени как странами Балтии, Украиной и Белоруссией вследствие их близости, так и республиками Средней Азии, и в несколько меньшей степени странами Закавказья и Молдовой. Ожидается изменение структуры зарубежной миграции региона в связи с геополитическими и демографическими процессами в странах-поставщиках мигрантов. При этом Псковская область способна принять значительное количество мигрантов. Тем не менее, несмотря на общую внешнемиграционную привлекательность региона, требуются дополнительные административные меры по привлечению большего количества мигрантов.

Литература

1. Денисенко М. Б., Мкртчян Н. В. Миграционный потенциал Средней Азии / Стратегия 2020. [Электронный ресурс]: URL: strategy2020.rian.ru/load/366063112
2. Евдокимов С. И. Прогноз основных демографических показателей Псковской области на первую треть XXI века // Псковский регионологический журнал. № 14. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2012. С. 67–74.
3. Ионцев В. А. Международная миграция населения: теория и история изучения. М.: Диалог-МГУ, 1999. 370 с.
4. Кривуля И. В., Манаков А. Г. Депопуляционные процессы в Псковской области и ключевые направления демографической политики // Псковский регионологический журнал. № 1. Псков: ПГПУ, 2005. С. 57–69.
5. Кувенева Т. Н., Манаков А. Г. Формирование пространственных идентичностей в порубежном регионе // Социологические исследования («СОЦИС»), 2003. № 7. С. 77–84.
6. Манаков А. Г., Евдокимов С. И. Динамика численности, естественное и механическое движение населения Псковского региона (XVI – начало XXI вв.) // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». № 1. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2012. С. 91–103.
7. Манаков А. Г., Кривуля И. В. Демографическая обстановка в Псковской области в 2010 – первой половине 2012 гг. // Псковский регионологический журнал. № 15. Псков: Псковский государственный университет, 2013. С. 76–82.
8. Методология и методы изучения миграционных процессов: междисциплинарное учебное пособие / Под ред. Ж. А. Зайончковской. М.: Адамант, 2007. 371 с.
9. Переведенцев В. И. Методы изучения миграции населения. М.: Наука, 1975. 232 с.
10. Рыбаковский Л. Л. Миграции населения. Три стадии миграционного процесса (Очерки теории и методов исследования). М., 2003. 217 с.
11. Harris J., Todaro M. Migration, Unemployment, and Development: A Two-Sector Analysis // The American Economic Review. 1970. № 60. P. 126–142.
12. Lee E. A Theory of Migration // Demography. 1966. № 3. P. 47–57.
13. Massey D. A Synthetic theory of international migration // World in the mirror of international migration. 2002. № 10. P. 143–153.
14. Ravenstein E. The Laws of Migration // Journal of the Statistical Society. 1885. № 46. P. 167–235.
15. Ravenstein E. The Laws of Migration: Second Paper // Journal of the Royal Statistical Society. 1889. № 52. P. 241–305.
16. Stouffer S. Intervening Opportunities: A Theory Relating Mobility and Distance // American Sociological Review. 1940. № 5. P. 845–867.
17. Zelinsky W. The Hypothesis of the Mobility Transition // Geographical Review. 1971. № 61. P. 219–249.
18. Zipf G. Human Behavior and the Principle of Least Effort. Cambridge: Addison-Wesley Press. 1949. 573 p.

OUTER MIGRATION FRAMEWORK OF THE PSKOV REGION

Modern researchers consider human migration as a means for redeploying the most significant resource of today-human capital. Thus, border regions and periphery regions are especially interesting for research due to intensity of migration process which has a great impact on population structure. The object of the research is to compose outer migration framework in the Pskov region. The article provides the analysis of post-soviet migration pattern in the Pskov region. The author tries to find out justification of human migration processes taking place in the Pskov region during last 20 years.

Key words: Pskov region, migration, inner migration, foreign migration.

ОСОБЕННОСТИ РАССЕЛЕНИЯ И ЭТНОКОНФЕССИОНАЛЬНОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ ПСКОВСКОЙ ГУБЕРНИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ПЕРЕПИСИ 1897 ГОДА

В статье представлены характеристики географии населения Псковской губернии на уровне уездов по материалам переписи 1897 г. Рассмотрены плотность населения, людность и густота населенных мест, конфессиональный и этнический состав населения. Затрагивается вопрос, касающийся закономерностей размещения населения на территории Псковского региона. Для сравнения приводятся современные показатели (по переписи населения 2010 г.), которые сопоставляются с данными конца XIX в.

Ключевые слова: Псковская губерния, перепись населения 1897 г., плотность населения, расселение, этнический состав, конфессиональный состав.

Вплоть до конца XIX в. учет населения в России осуществлялся с помощью ревизий и составления статистики по городским поселениям. Во второй половине XIX — начале XX вв. в Российской империи проводились местные переписи населения в отдельных городах и краях. Всего с 1862 по 1917 гг. на территории страны было организовано около 200 местных переписей. В некоторых губерниях (Псковской — в 1870 и 1887 гг., Астраханской — в 1873 г., Акмолинской — в 1877 г. и др.) переписывали жителей во всех городах. В 1863 и 1881 гг. было переписано все население Курляндской губернии, в 1881 г. — Лифляндской и Эстляндской губерний.

Благодаря переписи населения, состоявшейся в 1897 г., впервые появились официальные сведения о численности и составе населения страны. В качестве инициатора данной переписи выступил русский географ и статистик П. П. Семёнов-Тян-Шанский. По положению от 5 июня 1895 г. перепись должна была собирать 14 признаков о каждом лице, живущем в пределах страны — имя, семейное положение, отношение к главе хозяйства, пол, возраст, сословие или состояние, вероисповедание, место рождения, место прописки, место постоянного жительства, родной язык, грамотность, занятие и физические недостатки [15]. Перепись 1897 г. так и осталась единственной всеобщей переписью населения Российской империи. Она обошлась государству в 7 млн руб. Результаты переписи были опубликованы в 89 томах (119 книг) под заглавием «Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 года».

Псковская губерния существует с 1796 г. До этого ее территория некоторое время входила в состав Санкт-Петербургской и Новгородской губерний. Строительство железной дороги через Псков (1859 г.) и отмена крепостного права (1861 г.), совпавшие с началом быстрого увеличения численности населения

Псковской губернии (демографического взрыва), дали толчок развитию экономики региона [3].

В Псковской губернии по итогам переписи 1897 г. проживало 1 122 317 чел. [12]. Это в 1,7 раза больше, чем современное число жителей Псковской области (656,6 тыс. чел. на начало 2014 г. [16]). Территория губернии составляла 44,2 тыс. кв. км, что сопоставимо с современной территорией Эстонии (45,2 тыс. кв. км), но на пятую часть меньше современной площади Псковской области (55,3 тыс. кв. км).

Плотность населения по итогам переписи весьма отличалась от современных показателей и составляла 25,4 чел./кв. км (в настоящее время около 12 чел./кв. км [16]). Для сравнения, в соседних Витебской и Санкт-Петербургской губерниях плотность населения составляла 33,9 и 39,6 чел./кв. км.

Псковская губерния в то время делилась на 8 уездов: Псковский, Великолукский, Островский, Опочецкий, Холмский, Новоржевский, Порховский и Торопецкий. Самыми густонаселенными уездами были Псковский (226 756 чел.) и Порховский (175 853 чел.). Самым малонаселенным являлся Холмский уезд (88 157 чел.) [12].

Плотность населения. Псковский регион — старозаселенный район, поэтому территориальные различия плотности сельского населения не столь значительны, как в других регионах России, но и они существуют. В конце XIX в. наиболее плотно заселенной в Псковской губернии была территория Великоречья низменности. Эти земли в большей степени подходили для развития сельского хозяйства. И во многом на рост плотности населения повлияло развитие транспортной системы в губернии. Многие главные сухопутные и железнодорожные магистрали прошли по Великоречью. Также сельское население было более многочисленным вокруг двух крупнейших городов губернии — Пскова и Великих Лук.

Наибольшей плотностью населения характеризовались (рис. 1): Псковский уезд — 38,9 чел./кв. км (без города — 33,6 чел./кв. км), Островский уезд — 32,5 чел./кв. км (без города — 31,3 чел./кв. км) и Новоржевский уезд — 30,8 чел./кв. км (без города — 30 чел./кв. км). Наименьшей плотностью населения отличались Торопецкий и Холмский уезды (15,5 и 14,2 чел./кв. км). Такая низкая плотность населения связана с физико-географическим положением уездов (в особенности Холмского). Например, значительную часть Холмского уезда охватывал болотный массив (ныне территория Полистовского и Рдейского заповедников).

Соотношение сельского и городского населения. Псковская губерния была типично аграрным регионом России. Сельское население, как и в большинстве других губерний, в Псковской губернии значительно преобладало. Доля сельского населения в конце XIX в. составляла 93,5 %. Наибольшая доля сельского населения была в Новоржевском уезде (97,5 %), наименьшая — в Псковском уезде (86,6 %) [12].

Главным занятием населения являлось сельское хозяйство: земледелие и связанные с ним промыслы, животноводство, в отдельных местностях — рыболовство и охота. Не только крупных промышленных центров, где были бы сосредоточены большие массы рабочих, но и более-менее значительных фабрик и заводов здесь не было [14]. Городское население Псковской губернии в конце XIX в. составляло 6,5 % (в настоящее время — около 71 % [16]). Крупнейшими городами, как и в

настоящее время, являлись Псков и Великие Луки, в 1897 г. в них было зафиксировано 30,5 тыс. и 8,5 тыс. жит. [12].

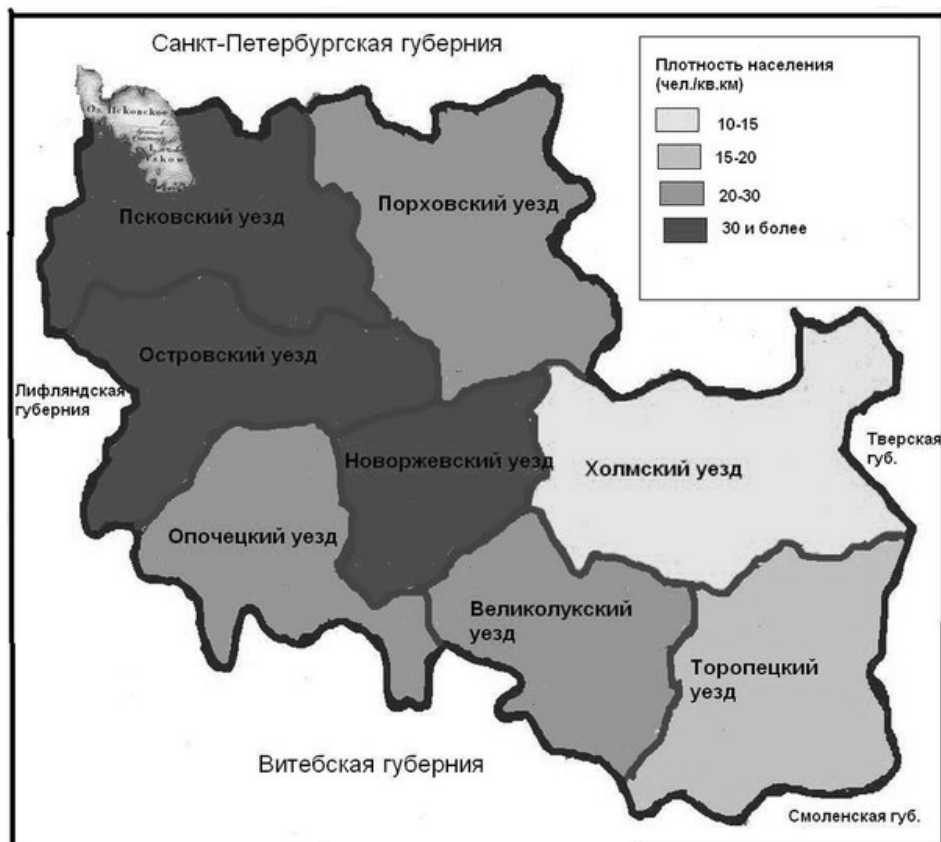


Рис. 1. Плотность населения Псковской губернии по данным переписи 1897 г. (с учетом городского населения)

Что касается сословного состава населения, то в конце XIX в. преобладали крестьяне (42,8 %) и мещане (39,2 %). В половозрастном составе населения, как и в настоящее время, преобладало женское население (52 % против 48 %). Для сравнения, в настоящее время эти показатели составляют 54,2 % против 45,8 % [2]. Причем в городах, по данным переписи 1897 г., мужское население преобладало над женским (50,4 % против 49,6 %) [12].

Средняя людность и густота населенных мест. Псковская губерния отличалась большим числом населенных пунктов. По данным 1900 г. их количество составляло 19 580 (для сравнения — в 1872 г. их было 15 453) [9, 11]. В их число входило 8 городов, 3 пригорода, 2 посада, 7 монастырей, 310 погостов, 755 сел, 490 усадеб, 12 100 селений и деревень, 3 860 поселков, 630 выселков и свыше 1 400 других мелких поселений, в т. ч. хуторов, мельниц и др. По числу населенных мест лидировали Островский и Торопецкий уезды (3090 и 2955 соответственно) [10]. Для примера, на нача-

ло 2012 г. число сельских населенных пунктов в Псковской области составляло 8 351 [2]. Сейчас Псковская область занимает третье место в России по количеству сельских населенных пунктов (после Тверской и Вологодской областей).

Как и в настоящее время, во второй половине XIX в. преобладали населенные пункты, в которых было от 1 до 10 дворов. Например, по данным 1872 г., такие поселения составляли 80 % от общего количества населенных мест в Псковской губернии [13] (табл. 1).

Основной причиной преобладания малых сельских населенных пунктов являются природные условия: в лесной зоне и в зоне деятельности ледников удобные для сельского хозяйства (а значит и для размещения населения) сравнительно небольшие участки чередуются с болотами, озерами, холмами, лесами. Поэтому в XII–XIV вв. наиболее распространенной на Псковской земле (и на Северо-Западе в целом) стала деревня, состоящая из 3–5 дворов. В результате сформировался мелкоселенный тип расселения. С той поры характерной для региона стала небольшая людность сельских населенных пунктов.

Таблица 1

Распределение населенных мест по количеству в них дворов (1872 г.) [13]

	Псковский	Великолукский	Новоржевский	Опочецкий	Островский	Порховский	Торопецкий	Холмский	Всего по губернии
Без обозначения дворов	–	–	–	1	1	–	–	1	3
От 1 до 5 дворов	822	1214	558	1328	1095	399	1562	1051	8032
От 6 до 10 дворов	680	639	440	729	792	372	368	379	4399
11–15	337	180	199	184	281	261	56	103	1601
16–20	184	33	93	54	99	186	11	32	692
21–25	88	11	41	15	37	89	–	9	290
26–50	107	4	43	5	14	168	–	13	354
51–75	9	–	3	1	–	32	–	1	46
76–100	3	1	1	–	–	13	–	–	18
101–150	–	–	–	1	–	5	–	–	6
Более 151	4	1	1	1	1	2	1	1	12
Всего	2234	2083	1382	2312	2320	1527	1998	1590	15453

Средняя людность сельского населенного пункта в Псковской губернии составляла примерно 68 чел. Для сравнения, сейчас в Псковской области данный показатель составляет 24 чел. (2014 г.) [16], что в 2,8 раза меньше по сравнению с показателями 1897 г. Показатели людности сельских населенных пунктов весьма отличаются, если сравнивать по уездам (рис. 2). Например, наибольшей средней людностью поселений характеризовались Порховский и Псковский уезды (108 и

81 чел./н. п. соответственно). Самый низкий показатель плотности сельских населенных пунктов был в Торопецком уезде (44 чел./н. п.) [1].

Если рассматривать густоту сельских поселений (число поселений на 100 кв. км), то можно выделить следующих лидеров по данному показателю — Островский и Опочецкий уезды. Показатели густоты сельских поселений составляли в этих уездах 62 и 58 н. п./100 кв. км соответственно. На последнем месте находились Псковский и Порховский уезды (29 и 31 н. п./100 кв. км соответственно). При этом напомним, что средняя плотность населенных мест в этих уездах — самая высокая в губернии.



Рис. 2. Средняя плотность и густота сельских поселений (число сельских поселений на 100 кв. км)

Этнический состав населения. Современная территория Псковской области начала заселяться еще 10–12 тысяч лет назад, сразу после последнего оледенения. С изменением климата и физико-географических особенностей, менялись и ареалы поселений на территории Псковщины. Люди выбирали удобные для проживания места, например возле водоемов, но недалеко от лесных массивов. Наиболее ранним населением региона считаются финно-угорские и балтийские племена, а уже

примерно в середине первого тысячелетия на этой территории появились славянские племена (предположительно, кривичи). Псковщина — это край, где происходил интенсивный культурный обмен между этнографическими группами русского народа и другими народами [6].

Спецификой переписи 1897 г., которую этнографы оценивают в качестве недостатка, явилось выявление этнической принадлежности с помощью вопроса о родном языке (частично — и вопроса о вероисповедании) [5]. Этнический состав населения Псковской губернии по итогам переписи 1897 г. был следующим: великорусы — 94,71 %, эсты — 2,28 %, латыши — 0,99 %, евреи — 0,65 %, поляки — 0,39 %, немцы — 0,35 %, финны — 0,32 %, белорусы — 0,21 %, цыгане — 0,06 % и малорусы — 0,01 % [12]. Для сравнения отметим, что по данным переписи 2010 г. доля русских составила 95,01 % [4].

Доля русского населения не во всех уездах превышала 90 %. Так, например, в Псковском уезде их доля составляла 87,54 %, что заметно ниже, чем в других уездах. Именно в городах доля русского населения была меньше. В конце XIX в. в городах проживало почти половина всех немцев (47,1 %), более половины всех поляков (56,4 %) и евреев (63,5 %) [12].

Значительную часть территории современной Псковской области до появления здесь славян заселяли финно-угорские племена чуди и води. Родственными им народами являются эстонцы (в прошлом называемые эстами), карелы, финны и др. [6].

В конце XIX в. была повышенная доля эстонского населения в Псковском уезде (7,82 %), Торопецком уезде (3 %) и Холмском уезде (2,49 %). Причем в Псковском уезде были представлены т. н. «православные эстонцы» — сету (самоназвание — «сето»), которых можно считать коренным населением, а в Торопецком и Холмском уездах — эстонские переселенцы [5]. Финны также выделялись отдельно в Псковской губернии, где, однако, составляли небольшой процент во всем населении (наиболее высокий — в Холмском и Торопецком уездах) (табл. 2).

Таблица 2

**Этнический состав населения Псковской губернии
по данным переписи населения 1897 г. в % [12]**

	Русские	Поляки	Латыши	Немцы	Евреи	Эсты	Финны	Остальные
Псковский уезд	87,54	0,9	1,7	0,87	0,67	7,82	0,32	0,18
Великолукский уезд	96,8	0,49	0,89	0,21	0,91	0,62	0,46	0,12
Новоржевский уезд	97,96	0,11	0,67	0,14	0,43	0,39	0,21	0,09
Опочецкий уезд	98,49	0,26	0,21	0,22	0,53	0,18	0,09	0,02
Островский уезд	96,52	0,55	1,81	0,25	0,55	0,17	0,05	0,1
Порховский уезд	98,48	0,09	0,33	0,22	0,25	0,51	0,08	0,04
Торопецкий уезд	92,7	0,19	1,35	0,23	1,69	3	0,82	0,02
Холмский уезд	94,31	0,14	1,07	0,2	0,6	2,49	1,13	0,06

Большинство представителей других народов, зафиксированных в Псковской губернии, в т. ч. и балтийских народов (латыши и литовцы), переселились в губернию во второй половине XIX в. [6].

Конфессиональный состав населения. Конфессиональный состав населения Псковской губернии в конце XIX в. был весьма разнообразен (рис. 3). Тем не менее, подавляющее большинство населения составляли православные с единоверцами (верующие-православные, сохранившие «старые» обряды, но подчиненные иерархии Русской православной церкви) [8]. Их суммарная доля достигала 92,91 %. На второй позиции находились старообрядцы — 3,61 %, далее следовали протестанты (в частности, лютеране) — 2,32 %, иудеи — 0,67 % и римско-католики — 0,49 % [12].

Православие исповедовали преимущественно представители трех главных ветвей восточных славян — великороссов, малороссов и белорусов. Среди великороссов и малороссов доля православного населения составляла 96,07 % и 95,08 % соответственно. При этом можно отметить, что среди представителей финно-угорских народов, а точнее, среди говоривших на эстонском языке, также присутствовали православные, составляющие 64,67 % [12]. Это были в основном представители финно-угорского народа сету, которые в течение XV–XVI вв. приняли православие, а ныне проживают в Печорском районе Псковской области и соседних уездах Эстонии [7].

Особо следует отметить соседние с Псковской губернией уезды Витебской губернии (Себежский, Невельский, Велижский), которые в 1924 г. вошли в состав Псковской губернии. Здесь в 1897 г. была относительно высока доля населения, не исповедующего православие (13,4 %, 13,4 % и 9,7 % соответственно) [11].

В Псковской губернии в конце XIX в. насчитывалось около 40,5 тыс. старообрядцев (3,6 % от общей численности населения губернии). Старообрядцами называют религиозные группы, не принявшие реформ, проводимых во второй половине XVII в. патриархом Никоном. Их доля была достаточно высокой в Порховском (12,8 %), Новоржевском (5,2 %) и Опочечком (3 %) уездах [12].

Среди протестантских направлений, выявленных в конце XIX в., были лютеране, евангельские христиане-баптисты, пятидесятники и адвентисты седьмого дня. Их доля была наиболее высока в городских поселениях. Особенно в Пскове, в котором действовало две лютеранские кирхи (одна эстонская, другая немецкая). Протестантами были: значительная часть эстонцев (35,31 %), финнов (74,05 %), немцев (96,57 %) и латышей (90,07 %) [12].

Последователи римско-католической церкви были наиболее многочисленны в Пскове (6,4 % верующего населения), Великих Луках (3,6 %) и Опочке (3,5 %). Данную религию в основном исповедовали поляки, литовцы и латгальцы.

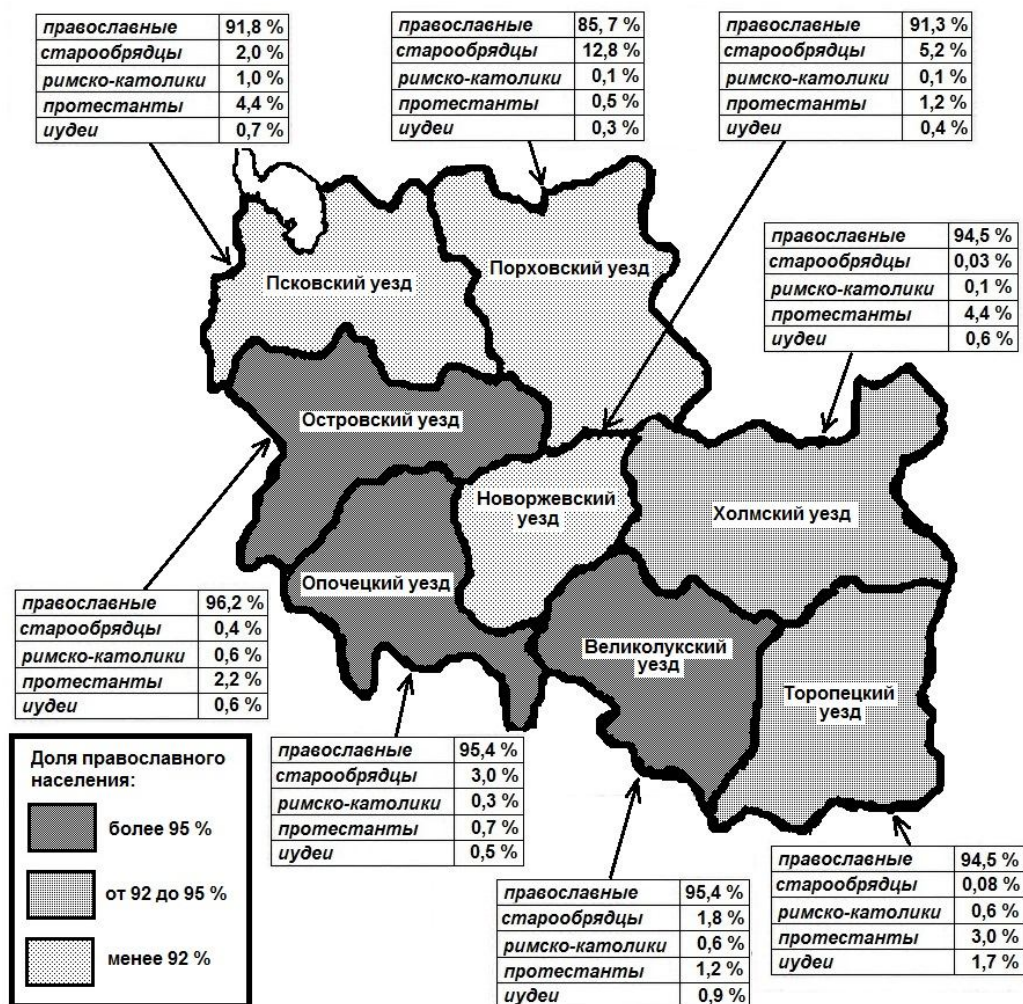


Рис. 3. Конфессиональный состав населения Псковской губернии по данным переписи 1897 г.

В конце XIX в. в целом по губернии 0,7 % населения исповедовало иудаизм. Последователями иудаизма являются евреи (по статистике 1897 г. — 99,5 %). Евреи в основном проживали в городах, где и размещались молитвенные дома (синагоги). К примеру, доля исповедующих иудаизм составляла: в Пскове — 4,6 %, в Великих Луках — 7,9 %, в Опочке — 9 %, в Торопце — 7,7 %. В 1924 г., после присоединения трех уездов Витебской губернии (Себежский, Невельский, Велижский), доля последователей иудаизма в Псковской губернии резко возросла. В этих трех уездах иудаизм исповедовало около 4 %, 7,5 % и 10 % населения соответственно [11].

Выводы. Таким образом, численность населения Псковской губернии в 1897 г. была в 1,7 раза больше, чем современное число жителей Псковской области (656,6 тыс. чел. на начало 2014 г.). Плотность населения превышала современную примерно

вдвое, и почти в три раза была больше средняя людность сельских населенных пунктов. Более густозаселенным являлся Великорецкий регион (Псковский, Островский и Новоржевский уезды). В Псковской губернии в основном преобладало сельское население (93,5 %) (в настоящее время доля сельского населения составляет 29 %). Главным занятием населения было сельское хозяйство. При этом в Псковской губернии в конце XIX в. сельское население в 5,4 раза превышала современную численность селян в Псковской области (195,8 тыс. чел. на начало 2014 г.).

Анализ этнического состава населения Псковской губернии в конце XIX в. показал, что, как и в настоящее время, преобладало русское население. На территории губернии проживали представители всех трех ветвей восточного славянства. Кроме них, были представлены балтийские народы (в основном латыши), финно-угорские народы (в основном, финны, эстонцы и «православные эстонцы» — сету), немцы и евреи. В городских поселениях этнический состав населения был более пестрым, чем на селе.

Что касается конфессионального состава населения Псковской губернии, то большая часть населения (как и в настоящее время) исповедовала православие (92,91 %). Кроме православного населения, можно было встретить раскольников, протестантов (в основном лютеран), римско-католиков и последователей иудаизма. В городах конфессиональный состав населения отличался большей пестротой, чем в сельских поселениях.

Литература

1. Воейков А. Людность селений Европейской России и Западной Сибири // Известия РГО. 1908. С. 21–71.
2. Возрастно-половой состав и состояние в браке населения Псковской области. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 г. Статистический сборник. Псков: Псковоблкомстат, 2012.
3. География Псковской области: природа, население, хозяйство: Учеб. пособие для 8–9 классов / Под ред. А. Г. Манакова. 2-е изд., испр. и доп. Псков: ПОИПКРО, 2000. 200 с.
4. Манаков А. Г. Динамика национального состава населения Псковской области с 1959 по 2010 гг. (по итогам переписей) // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». 2013. Выпуск 2. С. 132–140.
5. Манаков А. Г. Национальный и религиозный состав населения северо-западных губерний России по результатам переписи 1897 г. // Известия РГО. 1999. Т. 131. Вып. 6. С. 44–53.
6. Манаков А. Г., Кулаков И. С. Историческая география Псковской области. Население, экономика, культура. М.: Варяг, 1994. 316 с.
7. Манаков А. Г., Потапова К. Н. Изменение территории расселения сету с середины XIX в. по настоящее время // Псковский регионологический журнал. № 16. Псков: Псковский государственный университет, 2013. С. 117–126.
8. Мурашова Т. В. Отражение фактора пограничности в структуре конфессионального пространства Псковской области // Псковский регионологический журнал. № 16. Псков: Псковский государственный университет, 2013. С. 177–183.
9. Памятная книжка Псковской губернии на 1903 г. / Изд. Псков. ГСК; Сост. под ред. секр. ком. В. Н. Гедимины. Псков: Тип. губ. правл., 1903.
10. Памятная книжка Псковской губернии на 1904–1905 гг. / Изд. Псков. ГСК; Сост. под ред. секр. ком. В. Н. Гедимины. Псков: Тип. губ. правл., 1905.
11. Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 г. Том V. Витебская губерния. Тетрадь 2, 1901. 110 с.; Тетрадь 3, 1903. 281 с.

12. Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 г. Псковская губерния. Том XXXIV. Тетрадь II. СПб, 1904. 198 с.
13. Псковская губерния. Список населенных мест по сведениям 1872–1877 гг. (Списки населен. мест Рос. империи). Т. 34. Псковская губерния / Ст. ред. В. Зверинский. СПб.: Тип. МВД, 1885. 606 с.
14. Статистический обзор Псковской губернии за 1906 год. Псков, 1907. С. 23–24.
15. Как переписывали имперский, советский, российский народ [Электронный ресурс]: URL: <http://www.newtimes.ru/articles/detail/28970>
16. Население Псковской области [Электронный ресурс]: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

V. Dementiev

FEATURES OF SETTLEMENT AND ETHNOCONFESSIONAL COMPOSITION OF THE POPULATION OF THE PSKOV PROVINCE BASED ON THE MATERIAL OF THE 1897 CENSUS

The article discusses the system of population distribution on the territory of the Pskov province, population and density of settlements, population density, confessional and ethnic composition of the province on the materials of the census of 1897. The issue concerns patterns of populations throughout the province. For comparison, indicators of the recent years (census of 2010) are given and mapped to the data of the end of XIX century.

Key words: *Pskov province, population census of 1897, population density, settlement, ethnic composition, religious composition.*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПассажиРОВ ТУРИСТСКИХ КРУИЗНЫХ РЕЙСОВ

В настоящее время высокая конкуренция в пассажирском секторе морских перевозок, организации регулярных рейсов и круизов среди паромных компаний Балтики объясняет необходимость экономической оптимизации и решения, связанной с этим проблемы повышения качества обслуживания пассажиров. Актуальность данного вопроса будет возрастать по мере дальнейшего насыщения регионального рынка услугами по перевозке пассажиров. В статье рассматриваются четыре основных направления оптимизации в сфере организации и осуществления пассажирских паромных перевозок: технико-технологическая оптимизация; оптимизация в сфере маркетинга; оптимизация в сфере техники безопасности; оптимизация в сфере социального сопровождения персонала.

Ключевые слова: Балтийское море, Эстония, туристские круизные рейсы, качество обслуживания, оптимизация.

Транспорт является одной из ключевых отраслей любого государства, осуществляя перемещение пассажиров и грузов, а также являясь связующим звеном экономического пространства страны. Историко-экономический опыт показывает, что состояние транспортных услуг во многом зависит от состояния экономики страны, однако с уверенностью можно указать и на обратную зависимость, когда сам транспортно-логистический комплекс стимулирует повышение уровня активности экономики. В связи с пассажирскими перевозками это происходит, например, в туристских странах, к которым в полной мере можно отнести и Эстонию.

Понимая важность для экономики Эстонии транспортно-логистического отраслевого комплекса в целом, нельзя не отметить значение пассажирского морского транспорта. Развиваясь изначально в условиях высокой конкуренции, эстонская компания Tallink стала крупнейшим паромным оператором на Балтике. При этом следует отметить, что в настоящее время конкурентная среда в пассажирском секторе морских перевозок, организации регулярных рейсов и круизов не стала мягче. Напротив, актуальность экономической оптимизации деятельности компании и необходимость решения связанной с этим проблемы повышения качества будет возрастать по мере дальнейшего насыщения рынка услугами по перевозке пассажиров.

Основными компаниями, организующими и осуществляющими регулярные пассажирские и круизные рейсы в восточном секторе Балтики, являются:

1) Tallink — эстонская судоходная компания, крупнейший паромный оператор на Балтике. Штаб-квартира расположена в Таллине. В 2006 г. компания приобрела финскую судоходную компанию Silja Line, являвшуюся главным конкурентом Tallink. Компании объединились под именем **Tallink Silja Oy Ab**. Флот объ-

единенной компании по состоянию на сентябрь 2008 г. состоит из 21 судна, пассажирам предлагается доступ во все регионы Балтийского моря. Маршруты круглый год соединяют Латвию, Финляндию, Швецию и Эстонию.

2) Viking Line — финский судоходный концерн, осуществляющий пассажирские и грузовые перевозки на Балтике. Зарегистрирован на Аландских островах с головной конторой в Мариехамне, который также является портом приписки большей части паромов компании. Флот состоит из семи судов, новейшим из которых является экологически чистое M/S Viking Grace (2013 г.), курсирующее на линии Турку — Мариехамн — Стокгольм.

3) Eckerö Line — финская судоходная компания, образованная первоначально под названием «Эстонские линии» (фин. Eestin Linjat), а затем получившая название острова Экерё на Аландах. Компания основана в 1961 г. для развития судоходства между Швецией, Финляндией и Аландскими островами материнской компанией Rederaktiebolaget Eckerö, однако в настоящее время основной сферой деятельности Eckerö Line является организация паромного сообщения между Хельсинки и Таллинном.

4) St. Peter Line — частная судоходная компания, основанная в 2010 г. российскими, швейцарскими и другими европейскими инвесторами и зарегистрированная в Европейском Союзе (в оффшоре на Кипре) — оператор пассажирских паромов на Балтике. Осуществляет пассажирское паромное сообщение между Санкт-Петербургом и столицами соседних стран ЕС: Финляндии, Швеции и Эстонии.

5) Scandlines — немецко-датский паромный оператор. Суда компании обслуживают 17 линий пассажирских и грузовых перевозок между Данией, Германией, Швецией и странами Балтии.

Среди более мелких компаний, организующих морские пассажирские перевозки в акваториях восточной Балтики, можно отметить Ave Līnija (Ave Line) — латвийскую судоходную компанию, осуществляющую сообщение на паромной линии между Любеком (Германия) и Ригой (Латвия), а также ряд других: Birka Line (Стокгольм — Мариехамн), Linda Line (Таллинн — Хельсинки), DFDS (Палдиски — Капельшер), Navirail (Палдиски — Ханко), Finnlines (Финляндия — Германия), Finnlink (Наантали — Капельшер).

В интересах обеспечения конкурентоспособности и эффективности производства судами компании Tallink Silja возникает необходимость удовлетворения постоянно возрастающих требований потребителя, т. е. непрерывного повышения качества услуг. На наш взгляд, одним из наиболее устойчивых факторов конкурентоспособности является регулярное повышение уровня удовлетворения потребностей пассажиров с опережением роста тарифов на оказываемые услуги, что является одной из ведущих составляющих стратегии развития компании.

Качество услуги определяется совокупностью свойств услуги, обуславливающих её способность к удовлетворению определённой потребности пассажира регулярного рейса или морского круиза в соответствии с его требованиями. Следует в этой связи отметить, что рынок круизов растет намного быстрее, чем другие виды транспортных путешествий. Это произошло благодаря новой концепции методологии обслуживания круизных туристов, которую выдвинул и осуществил главный маркетолог

круизной фирмы «Carnival» Боб Дикенсон (сущность данной стратегии подробно изложена в его работе «Selling the Sea: An Inside Look at the Cruise Industry»).

Анализируя показатели деятельности европейских судовых компаний, работающих в сфере организации и осуществления морских круизных рейсов, можно отметить, что средняя загрузка судов составляет 88 %. На Балтике серьёзным ограничивающим фактором является климат, его сезонность, и в осенне-зимний период востребованность круизных маршрутов значительно падает, а потому средние показатели загрузки судов существенно ниже. Сезонный фактор и высокая конкуренция предъявляют дополнительные требования к повышению эффективности деятельности паромной компании. В настоящее время тенденция морского пассажирского бизнеса — это повышение качества и количества услуг на борту судна.

Изучение проблем обслуживания пассажиров на морском транспорте, в самом общем случае, показывает следующие основные **критерии эффективности перевозки и обслуживания пассажиров**:

- наполняемость рейсов;
- организация безопасности регулярных пассажирских линий и круизов;
- обеспечение комфортности пребывания пассажиров на борту судна.

Основным фактором, влияющим на значение данных показателей, на наш взгляд, является стоимость билетов. Причём наполняемость рейсов обратно пропорциональна стоимости билетов, т. е. чем ниже стоимость билетов, тем вероятнее становится полная коммерческая загрузка рейсов. С другой стороны, чем выше стоимость билетов, тем выше можно поднять уровень комфортности обслуживания пассажиров. Следовательно, если построить аналитические выражения для указанных критериев и оптимизировать их по ряду действующих на них факторов, то можно определить компромиссное решение задачи максимизации показателей по эффективному обслуживанию пассажиров.

Для повышения уровня наполняемости морских пассажирских рейсов необходимо снизить тарифы таким образом, чтобы с одной стороны увеличить число желающих путешествовать на судах компании, а с другой стороны, получить доходы, которые превышают доходы, получаемые паромной компанией при тарифе, используемом на текущий момент времени. Суть методики расчёта рациональных тарифов, удовлетворяющих отмеченным выше требованиям, заключается в следующем.

1. Рассчитывается минимально допустимая стоимость перевозки на данном маршруте S_{\min} по формуле:

$$S_{\min} = C / k ,$$

где C — суммарные затраты, связанные с выполнением морского пассажирского рейса; k — пассажирская вместимость парома.

2. Вычисляются коэффициенты фактического $f_{\text{факт}}$ и желаемого $f_{\text{жел}}$ заполнения морского пассажирского судна соответственно по формулам:

$$f_{\text{факт}} = m_{\text{факт}} / k , \quad f_{\text{жел}} = m_{\text{жел}} / k ,$$

$m_{\text{жел}}$ и $m_{\text{факт}}$ — соответственно желаемое и фактическое заполнение судна.

3. Проверяется условие: « $f_{\text{факт}} > f_{\text{жел}}$ ». Если условие выполняется, то принимается решение о рациональности используемой стоимости пассажирского билета, в противном случае переходят к следующему пункту.

4. Проводится опрос потенциально возможных пассажиров на предмет определения стоимости билета, при которой они воспользовались бы морскими судами компании (опрос желательно проводить также в аэропорту Таллинна, где существуют авиарейсы, следующие теми же маршрутами, что и регулярные паромные линии: из Таллинна в Хельсинки и Стокгольм). По результатам опроса выбирается максимально возможная стоимость билета $C_{\text{жел}}$, для которой проверяется условие:

$$C_{\text{жел}} m_{\text{жел}} > C_{\text{факт}} m_{\text{факт}}.$$

Если условие выполняется, то в качестве цены билета на данный момент времени рекомендуется использовать тариф $C_{\text{жел}}$.

В противном случае, рекомендуемый тариф вычисляется согласно следующему соотношению:

$$C_{\text{рек}} m_{\text{жел}} > C_{\text{факт}} m_{\text{факт}};$$

$$C_{\text{рек}} = C_{\text{факт}} m_{\text{факт}} / m_{\text{жел}};$$

$C_{\text{рек}}$ — тариф, рекомендуемый согласно сложившейся на рынке ситуации.

На наш взгляд, важной составляющей системы управления качеством обслуживания пассажиров является мониторинг требований потребителя по повышению качества обслуживания, который должен проводиться компанией — морским перевозчиком периодически, а также после внедрения различных новшеств в обслуживание пассажиров. Для проведения такого мониторинга разрабатывается специальная анкета, которая раздается пассажирам при ожидании посадки на рейс в терминале порта и собирается на выходе по его окончании.

Данная анкета, по нашему мнению, должна включать два блока вопросов, один из которых касается уровня сервиса на пароме и качества оказываемых услуг, а другой — собственно транспортной составляющей, связанной с организацией маршрута и обеспечением безопасности перевозки пассажиров. Данная анкета позволит проанализировать мнение пассажиров относительно основных направлений оптимизации качества обслуживания на паромах компании Tallink — Silja.

Опираясь на эмпирические наблюдения и анализируя опыт организации пассажирских перевозок судами, осуществляющими регулярные рейсы на линии Таллинн — Хельсинки в период с 2012 по 2014 гг., нами были выделены четыре основных направления, где оптимизация технологий обслуживания и организационной сферы особенно актуальна, что подтверждается и активной политикой усовершенствований, проводимой компанией Tallink — Silja. Это следующие **направления оптимизации**:

- 1) технико-технологическая оптимизация;
- 2) оптимизация в сфере маркетинга;
- 3) оптимизация в сфере техники безопасности;
- 4) оптимизация в сфере социального сопровождения персонала.

Рассмотрим каждое из направлений подробнее.

1. Техничко-технологическая оптимизация.

Нельзя не отметить, что различные точки зрения на понимание надёжности транспортной продукции не отражают её экономической сущности, которая заключается в минимизации финансовых потерь и состоит в определении надёжности эксплуатации механизмов и агрегатов судна и хозяйственной деятельности, связанной с их обслуживанием. Ресурсосберегающие показатели качества транспортной продукции характеризуют её свойства, которые определяют уровень затрачиваемых ресурсов. Показатели технологичности транспортной продукции характеризуют особенности перевозки (затраты сырья, материалов, топлива, энергии, труда и времени). Для количественной оценки в морском транспорте формируются показатели применительно к определённым видам затрат и видам работ (например, трудоёмкость при техническом обслуживании или ремонте; энергоёмкость, материалоёмкость), которые приводятся в натуральном или удельном выражении. Показатели ресурсопотребления продукции характеризуют затраты топлива, энергии, труда и времени при непосредственном использовании судна в пассажирских перевозках.

В качестве примера, связанного с изучением возможностей оптимизации эксплуатации судовых систем, можно привести обслуживание систем охлаждения и кондиционирования.

На пассажирских судах большую роль играет микроклимат, поскольку к нему предъявляют повышенные требования и нормы. Соблюдение норм и требований сопряжено с правильной эксплуатацией оборудования: безопасность, компетентность, правильность выбора решений в аварийных и критических ситуациях. Холодильное оборудование на судах эксплуатируется в различных условиях, где присутствуют вибрация, волнение, частое колебание морской воды, разница температур за бортом и изменение влажности, коррозионные воздействия на оборудование, ограниченные возможности ремонта и др.

Наиболее актуальной проблемой, возникающей при эксплуатации холодильной машины, является взаимодействие хладоносителя с металлической поверхностью в системе. Например, это коррозия металла, образование накипи в системе, изменение состава хладоносителя и теплофизических свойств во время эксплуатации. Коррозионный слой (ржавчина) на стенках каналов теплообменника становится изолятором тепла, т. к. имеет теплопроводность примерно в 50 раз меньшую, чем металл. Этот слой в разы снижает скорость теплопередачи, а, следовательно, и эффективность теплообменной системы. Проблема усугубляется тем, что коррозионный слой сужает каналы теплообменников и увеличивает их гидравлическое сопротивление (гладкая прежде поверхность становится шероховатой). Это ведёт к уменьшению скорости движения теплоносителя и дополнительному снижению теплопередачи. В системах отопления коррозия приведёт к тому, что значительная часть тепла будет «вылетать в трубу». В холодильных установках коррозия снижает холодопроизводительность и, соответственно, увеличивает энергетические затраты [1].

Следует также отметить, что в контуре холодильных систем часто присутствуют детали, выполненные из неметаллических материалов, которые также подвержены воздействию хладоносителей, вследствие чего может происходить разгерметизация, приводящая к протечке в хладоноситель охлаждаемого продукта.

В связи со сказанным выше, важнейшим направлением технико-технологической оптимизации в данной конкретной сфере является, на наш взгляд, выработка грамотного подхода к выбору теплоносителя. Необходимо изучить эксплуатационные характеристики теплофизических растворов и выработать чёткие рекомендации по выбору антифриза и соблюдению правил эксплуатации систем охлаждения [2].

Исследования по подбору теплофизического раствора оптимального химического состава и физических свойств в значительной степени улучшат эксплуатацию холодильного оборудования судна.

Несмотря на стратегию экономии ресурсов и снижение затрат, связанных с обслуживанием судов, экологическая безопасность, на наш взгляд, остаётся важнейшим и наиболее актуальным направлением технико-технологической оптимизации. В Балтийском море грузовой и пассажирский трафик очень интенсивен как в широтном, так и в меридиональном направлениях. При этом совершенно необходимо уменьшить загрязнение воздуха, источником которого является морской транспорт. Данный вид выбросов в атмосферу очень вреден как для морской среды, так и для здоровья человека, и по этой причине необходимо использовать наиболее безвредное для окружающей среды топливо.

О предполагаемом ужесточении требований в области окружающей среды в судоходном секторе было известно уже с 2008 г., когда Международная морская организация утвердила новые требования относительно судового топлива, а в 2012 г. была принята так называемая директива по содержанию серы.

С 1 января 2015 г. в Балтийском море, Северном море и в проливе Ла-Манш на всех судах, осуществляющих рейсы в данных акваториях, будет использоваться топливо, содержание серы в котором будет в 10 раз меньше по сравнению с действующими нормативами. Утверждение новых требований является положительным фактором с точки зрения окружающей среды, прежде всего, самой акватории Балтийского моря, т. к. загрязнение воздуха вызывает эвтрофикацию и окисление. Также будет уменьшена угроза для здоровья человека, т. к. известно, что выбросы, состоящие из соединений серы и твёрдых частиц, могут вызывать преждевременную смертность, болезни сердца, рак легких и хронические заболевания дыхательных путей.

В качестве альтернативы топливу с низким содержанием серы компании-судовладельцы могут использовать биотопливо, сжиженный природный газ или усовершенствованную систему очистки выхлопных газов, в результате чего уровень загрязнения воздуха будет таким же или даже ниже, чем при использовании топлива с низким содержанием серы. Следует отметить, что внедрение директивы сопряжено с активными исследованиями и тестированием новых методов уменьшения выбросов в плане эксплуатации судовых систем, расчётом технико-

экономических показателей судов на разных режимах эксплуатации при использовании нового топлива.

В связи с введением со следующего года новых требований Инспекция по охране окружающей среды начнёт осуществлять более масштабный и тщательный надзор за исполнением директивы.

2. Оптимизация в сфере маркетинга и коммуникаций.

Современные маркетинговые стратегии в области продвижения круизных и регулярных пассажирских линий связаны с особенным вниманием к физическому и психологическому комфорту клиентов. Так, например, компанией Tallink — Silja реализуется политика, согласно которой нет термина «пассажиры», а есть только термин «гости». Качество услуг обеспечивается достаточным количеством обслуживающего персонала пассажирских судов (соотношение 1 чел. на 2–3 пассажира) и их высоким профессионализмом.

Существует ряд принципов маркетинга и эффективных коммуникаций, которые должны соблюдаться и учитываться паромными пассажирскими компаниями и сервисными центрами.

1. Информированность пассажиров. В обязательном порядке населению предлагается комплекс сервисных услуг. Пассажиры должны иметь информацию обо всех сервисных услугах, оказываемых в начальных и конечных пунктах, а также на судах в пути следования. Службы сервиса паромов и сервисные центры портов должны принимать на себя в полном объёме те обязательства, выполнение которых они гарантируют.

2. Необязательность использования клиентом сервисных услуг. Сотрудники служб сервиса и их структур не должны навязывать клиенту свой сервис.

3. Эластичность сервиса. Сервисные услуги должны предлагаться пассажирам от единичных до максимального набора, состав которых определяет сам клиент.

4. Удобство сервиса. Сервисные услуги предоставляются в том месте, в такое время и такой форме, которые устраивают клиента.

5. Техническое соответствие сервиса. Технический уровень и оснащение пассажирского судна должны соответствовать технологии сервиса, иначе предлагаемые услуги не будут отвечать требованиям к качеству обслуживания клиентов.

6. Информационная отдача сервиса. Паромная компания должна прислушиваться к информации об оценке и мнениях клиентов, инновационных решениях и приемах сервиса конкурентов и соответствующим образом реагировать на неё.

7. Разумная ценовая политика в сфере сервиса может оказывать существенное влияние на потребление товаров и услуг не только на пароме, но и для фирм — партнеров (услуг гостеприимства, экскурсионного обслуживания в портах прибытия и т. п.) при продаже пакетов услуг.

В качестве примера эффективной, на наш взгляд, политики оптимизации в сфере маркетинга можно привести разработанную и внедрённую компанией Tallink — Silja **программу для постоянных клиентов «Club One»**.

Данная клиентская программа является трёхступенчатой (Gold — Золотая, Silver — Серебряная и Bronze — Бронзовая ступени) программой для постоянного

клиента, в которой предлагаемые льготы зависят от объёма использования услуг. Программа для постоянного клиента Club One, основанная на бонусной системе, предназначена для индивидуального клиента и членов его семьи. Ступень клиента Club One определяется на основании количества бонусных пунктов, полученных за последние 12 месяцев. По истечении срока нахождения на определённой ступени, занимаемой клиентом, подсчитывается количество накопленных бонусных пунктов за последние 12 месяцев. В соответствии с этим определяется новая ступень. Количество использованных бонусных пунктов не влияет на определение новой ступени. Карты дают право на широкий спектр льгот, предусмотренных каждой ступенью.

3. Оптимизация в сфере техники безопасности.

К показателям безопасности транспортных услуг в сфере осуществления морских пассажирских перевозок относят следующие.

3.1. Надёжность функционирования транспортных средств — пассажирских судов. Характеризует особенности пассажирских перевозок, определяющие безотказную работу всех систем судна в течение рейса или другого заданного интервала времени. К показателям надёжности относят: ресурс, срок службы, вероятность безотказной работы, наработку на отказ, периодичность контроля технического состояния транспортных средств органами государственного надзора, наличие документа, подтверждающего допуск транспортного средства к эксплуатации.

3.2. Профессиональную квалификацию персонала, его способность обеспечивать перевозки пассажиров в соответствии с требованиями безопасности морских пассажирских перевозок. К критериям оценки профессионализма экипажей судов и сотрудников служб сервиса паромов относят:

- стаж работы на занимаемой должности;
- уровень квалификации;
- периодичность повышения квалификации;
- число нарушений должностных инструкций за определённый период.

Одним из ключевых документов, регулирующих данную сферу, является Международная Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (англ.: «International STCW Convention») — это одна из трёх основополагающих морских конвенций, принятых под эгидой Международной морской организации (ИМО) [3].

Данную Конвенцию ратифицировали и приняли к исполнению более семидесяти стран.

Конвенция закрепляет международные нормы подготовки моряков, стандарты наличия необходимых дипломов и сертификатов и предусматривает положения, обеспечивающие критерии и содержание необходимого уровня их обучения и подготовки. Конкретные требования предъявляются к объёму опыта, профессиональным навыкам и квалификации, психофизиологическим параметрам состояния здоровья и годности к выполнению своих обязанностей таким образом, чтобы обеспечить безопасность и сохранение человеческой жизни и имущества на судах, выполняющих морские рейсы. С целью получения и актуализации необходимых знаний, умений и навыков для членов экипажей и всего персонала морских судов проводятся необхо-

димые курсы повышения квалификации, перечень которых регулируется конвенциями или законодательством. Обучение может быть периодичным или одноразовым.

Данный перечень доводится до сведения компаний-нанимателей и организаций, работающих в области подбора персонала для работы на морских судах — крьюинговых компаний.

Общие положения:

- каждый член экипажа, устраиваясь на работу, обязан пройти медицинский осмотр и получить справку, подтверждающую требуемые нормативы состояния здоровья работника, которая выдаётся на срок до двух лет (после 50 лет медицинский осмотр выполняется раз в год);

- подготовка по вопросам безопасности и инструктажа всех моряков VI/6-1.

Прохождение необходимых курсов, требуемых конвенцией, зависит от занимаемой должности члена экипажа.

Командный состав (к командному составу относятся: капитан судна, штурманы и механики):

- повышение квалификации судоводителей уровня эксплуатации II/1, И/11;

- повышение квалификации судоводителей уровня управления II/2, И/11;

- повышение квалификации судовых механиков уровня эксплуатации III/1, И/11;

- повышение квалификации судовых механиков уровня управления III/2, И/11.

Рядовой состав (к рядовому составу относятся: боцман, матросы, мотористы, электрики и ремонтные мотористы):

- подготовка специалистов по спасательным шлюпкам и плотам VI/2;

- подготовка к борьбе с пожаром по расширенной программе VI/3;

- подготовка по первой медицинской помощи VI/4, А-VI/4-1;

- подготовка и повышение квалификации матросов II/4;

- подготовка и повышение квалификации мотористов III/4.

Обслуживающий персонал (к судовому обслуживающему персоналу относятся: интендант, начальники отделов, администраторы, повара, стюарды):

- помощь в критической ситуации;

- морская система эвакуации (MESS) (также зависит от должности).

3.3. Готовность транспортного средства и экипажа к выполнению перевозок. Характеризует технические и организационные параметры, определяющие подготовленность морского круизного или выполняющего регулярные пассажирские рейсы судна обеспечивать перевозки по заданному маршруту на основании нормативной документации.

К данным показателям относят:

- укомплектованность обслуживающим персоналом;

- минимальную норму состава экипажа;

- обеспеченность спасательными средствами, средствами оказания первой медицинской помощи;

- укомплектованность специализированным спасательным оборудованием и инвентарем; периодический контроль и проведение тренировок в использовании спасательных оборудования;

– обеспеченность нормативными документами, системами навигации и картами на выполнение рейса и др.

4. Оптимизация в сфере социального сопровождения персонала.

С целью мотивации обеспечения качества в отношении экипажей судов и обслуживающего персонала круизных и регулярных пассажирских рейсов должны быть задействованы все три основных элемента структуры заработной платы: тарифные ставки (должностные оклады), надбавки и премии.

Однако кроме поддерживающей социально-ориентированной политики компании-работодателя в отношении сотрудников действуют ещё и системы социальной поддержки, предлагаемые профсоюзными организациями. Независимый Профсоюз Моряков Эстонии (EMSA) был основан в 1995 г. Он объединяет более 2000 моряков и работников портов. Больше половины членов профсоюзной организации работают на пассажирских судах или в предприятиях береговых структур, которые входят в структуру компании Таллинк. Около 400 членов работают в торговом флоте под флагами иностранных государств, а также на предприятиях, связанных с обеспечением судоходства и в портовых структурах.

Примером оптимизации системы организации труда и социальной поддержки экипажей судов и обслуживающего персонала можно считать выработку и внедрение новой конвенции, которая станет опорой в связке с STCW (сертификация, несение вахты), MARPOL (окружающая среда), SOLAS (безопасность жизни).

Конвенция носит название Maritime Labour Convention 2006 (MLC 2006). Она объединяет в себе требования разных существующих конвенций ILO, а также вносит свои новые требования. Конвенция направлена на повышение уровня и стандартизацию качества работы моряка, его защищённость [4].

Данная конвенция охватывает широкий круг вопросов, в том числе:

- чёткую регламентацию рабочего времени, нагрузки;
- определение требований и контроль обеспечения достаточного уровня качества проживания и питания моряка в рейсе (в частности, размеры кают, высоту потолков, качество спального места, качество еды и прочее);
- гарантии своевременного получения зарплат;
- социальные гарантии (пенсии, страховки), а также гарантии покрытия всех расходов по прохождению необходимых курсов и получению сертификатов; конвенция практически обязывает социально защитить моряков не только в период контракта, но и в период отдыха;
- возможность моряка быстро и организованно обратиться в службы, призванные защищать и отстаивать его права и права семьи моряка. В частности, конвенция снимает возможность возникновения конфликтной ситуации (в правовом аспекте) в случае прекращения контракта по собственному желанию члена экипажа (при условии заблаговременного оповещения офиса компании, согласно контракту) или его списания по собственному желанию без оповещения в ситуации, если судно идет в зону военных действий.

Следует отметить, что технологические и организационные методы повышения качества обслуживания пассажиров туристских круизных и регулярных паром-

ных рейсов не исчерпываются сформулированными в данной статье предложениями. Нами были выбраны лишь некоторые примеры, иллюстрирующие многогранность данного направления, целью которого является повышение качества обслуживания пассажиров, снижение издержек и достижение успеха компанией в условиях высокой конкуренции в секторе морских пассажирских перевозок на Балтике. Дальнейшая разработка данной проблематики по каждому из направлений возможна в рамках составления развёрнутой стратегии развития транспортной компании. Кроме того, системная оптимизация системы пассажирских перевозок на уровне страны в целом позволит Эстонии достичь передовых позиций в этом секторе экономики среди стран Балтийского региона и в мире.

Литература

1. Albri R. Külmatehnika. Tallinn: Eesti Mereakadeemia, 2011.
2. EVS-EN 378-1:2008+A2:2012, Eesti Standardikeskus, avaldatud eesti keeles, 2013.
3. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (or STCW).
4. Maritime Labour Convention 2006 (MLC 2006).

E. Demina

TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL METHODS FOR IMPROVING SERVICE QUALITY OF CRUISE VOYAGES

Currently, the high rivalry in maritime industry and organization of regular voyages and cruises among Baltic ferry companies cause the need for economic optimization and providing better service for passengers. The relevance of the issue will increase due to further saturation of the regional market with different services for passengers. The article considers four main areas of optimization in ferry transportation: technical and technological optimization; optimization in the field of marketing; optimization in the field of safety; optimization in the field of social support of the staff.

Key words: *Baltic Sea, Estonia, cruises, quality of service, optimization.*

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО: ОТ СЪЕЗДА К СЪЕЗДУ

Рассмотрены основные итоги работы XV съезда Русского географического общества, прошедшего 7 ноября 2014 года в Москве. Оценен вклад Псковского регионального отделения в решение задач, стоящих перед Обществом.

Ключевые слова: Русское географическое общество, съезд, Псковское региональное отделение.

7 ноября 2014 года в Москве, в Ломоносовском корпусе Московского государственного университета состоялся очередной XV Съезд Русского географического общества (РГО). Съезд является высшим руководящим органом старейшей общественной организации России [6].

В работе Съезда приняли участие 226 делегатов — представители 85 региональных и местных отделений РГО, члены Управляющего совета, представители Ученого совета, Совета Старейшин, Совета регионов РГО. Кроме того, в зале присутствовали члены Попечительского Совета, руководители федеральных министерств и ведомств, а также почетные гости. От Псковского регионального отделения делегатами на Съезде были А. И. Слинчак — председатель Псковского регионального отделения Русского географического общества, заведующий кафедрой географии ПсковГУ и И. Н. Красильникова — заместитель председателя Псковского регионального отделения Русского географического общества, доцент кафедры географии ПсковГУ.

На Съезде были подведены итоги работы Общества за последние пять лет. По мнению Председателя Попечительского Совета РГО В. В. Путина, «... эти годы войдут в историю Русского географического общества как период возрождения, время, когда его славные традиции снова стали востребованы и получили развитие, а деятельность обрела новую динамику и новое содержание».

Для делегатов Съезда был подготовлен отчет «Итоги деятельности Русского географического общества за период с 2009 по 2014 год», с которым можно было заранее ознакомиться. Отличительной чертой этого документа является подробность, внимание к деталям, обилие статистического и фактического материала.

Из материалов отчета видно, что Русское географическое общество за последние годы очень сильно изменилось — и количественно (появились отделения во всех субъектах РФ, возросла членская база), и качественно (кроме традиционных, появились новые направления деятельности).

Прежде всего, изменилось содержание исследовательской деятельности Общества. Как сказано в отчете, «исследовательская деятельность Русского географического общества — это теоретическая и прикладная работа, направленная на получение, систематизацию и интерпретацию географической информации для решения актуальных проблем, стоящих перед российским обществом» [4, С. 35]. Основными

направлениями деятельности Псковского регионального отделения в рамках научных исследований РГО являются география, геоэкология, краеведение, изучение туристско-рекреационного потенциала территории, школьная и вузовская география. На всероссийском уровне эта деятельность осуществлялась в рамках грантовых и тематических проектов РГО, а также совместных проектов Общества и Российского фонда фундаментальных исследований. За прошедшие 5 лет сформировано крупнейшее в России географическое экспертное сообщество, а Русское географическое общество стало одним из главных центров экспертизы географических проектов. В состав экспертного сообщества РГО входят 4 представителя Псковского регионального отделения, профильная деятельность которых осуществляется в самых разных научных направлениях — физическая география, геоэкология, демография, этнография, региональный туризм и рекреация и других [5].

Отдельным, особым направлением деятельности РГО является образовательная и просветительская. В рамках этой работы Общество уделяет особое внимание школьному и вузовскому образованию, активно взаимодействует с преподавательским сообществом. В 2011 году организован и проведен Всероссийский съезд учителей географии (второй в истории России), в котором приняло участие около 700 человек. От Псковской области в нем участвовали члены регионального отделения РГО Т. И. Сорокина, учитель географии, заслуженный учитель РФ и Т. И. Терещенко, учитель географии, методист отделения географии ПОИПКРО. В резолюции съезда было предложено «считать недопустимым включение географии в любые искусственно конструируемые межпредметные комплексы; выделить специальную образовательную область «География», учитывая уникальный комплексный характер предмета» [4, С. 63]. Наиболее крупным проектом в этой области является проект по проведению Всероссийских и международных олимпиад школьников по географии. Члены Псковского регионального отделения РГО принимают активное участие в проведении муниципального и регионального этапов олимпиады в качестве руководителей и членов профильного жюри [1].

Крупнейшими научно-образовательными проектами для студентов стали «плавающие университеты» — «Арктический плавающий университет» (создан в 2011 году Архангельским региональным отделением РГО совместно с Северным Арктическим федеральным университетом имени М. В. Ломоносова и Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) и «Дальневосточный плавающий университет» (создан в 2013 году). К исследованиям на научных судах в летнее время приглашаются не только студенты и преподаватели профильных вузов соответствующих регионов, но и студенты других регионов, имеющие соответствующий научным направлениям интерес, хорошую физическую подготовку, навыки проведения полевых исследований.

В рамках образовательного и просветительского направлений Псковское региональное отделение получило от РГО серию книг «Великие русские путешественники», в которой представлены дневники, путевые заметки и другие материалы великих российских географов и путешественников. Красочно изданная серия из 15 книг находится в библиотеке естественно-географического факультета Псковского государственного университета.

Природоохранная деятельность — ещё одно из направлений деятельности РГО, поддерживаемое тематическими и грантовыми проектами. За 5 лет в сфере охраны природы Обществом поддержано 97 грантов и 72 проекта, среди которых и проект государственного природного заповедника «Полистовский» «Изучение и разработка программы сохранения среднерусской белой куропатки на Северо-Западе России», реализованный в 2013 г.

Благодаря активной работе региональных отделений Русского географического общества проведено более 850 региональных экспедиций, поддержанных грантами РГО. Одна из них — «Экспедиция по изучению этнографических особенностей и культурно-исторического наследия западного порубежья Псковской области» состоялась летом 2014 года (руководитель проекта от Псковского государственного университета — доктор географических наук, профессор кафедры географии ПсковГУ Манаков А. Г.). Результаты экспедиции отражены в материалах научно-практической конференции «Проблемы устойчивости эколого-хозяйственных и социально-культурных систем трансграничных регионов» [3], ряде статей настоящего выпуска «Вестника Псковского государственного университета», изданы «Очерки по этнографии и исторической географии западного порубежья Псковщины» [2].

Очень важным направлением работы Русского географического общества становится работа с молодёжью. В 2013 году был проведён первый молодёжный слет представителей региональных отделений РГО, участие в котором принимала и делегация Псковского регионального отделения. Под эгидой РГО реализуются многие федеральные молодёжные проекты, готовится к запуску единый молодёжный портал РГО, планируется работа по организации профильных смен Русского географического общества во всероссийских детских центрах «Орлёнок», «Океан», «Артек».

С кратким докладом о работе РГО за 2009–2014 годы выступил Президент Русского географического общества С. К. Шойгу, который был избран на этот пост в 2009 году. За прошедшие пять лет команде Русского географического общества под его руководством удалось многое изменить и восстановить. Одним из важных достижений стало сохранение и возрождение традиций Общества.

Президент РГО предложил, помимо «крупных и малых дел», сделать географию обязательным предметом государственной итоговой аттестации. По его мнению, «молодёжь должна знать имена своих героев».

Русское географическое общество также займется воссозданием движения юных натуралистов и всероссийской сети наблюдений за явлениями природы: «Еще один важный момент в части образования — воссоздание молодежной фенологической сети Русского географического общества. Напомню, что в советское время в нее входили тысячи школ, ученики которых увлеченно собирали информацию о природных явлениях Это станет реальным шагом к восстановлению в России некогда мощного движения юных натуралистов, которое решало не только образовательные задачи, но и было настоящей кузницей кадров экологов, географов, охотоведов», — высказал свою идею во время доклада С. К. Шойгу.

В докладе также было сказано о новой стратегии, целях и задачах Общества, о будущих экспедициях и региональном строительстве, что является основой деятельности РГО.

Президент РГО зачитал приветствия из 11 дружественных географических обществ мира — Азербайджана, Армении, Белоруссии, Испании, Италии, Казахстана, Киргизии, Китая, Сербии, Турции и Чехии, — которые поступили в адрес Съезда.

На Съезде была утверждена новая редакция Устава Общества, избраны члены Ревизионной комиссии, Управляющего и Ученого советов. После утверждения основополагающих документов был избран Президент РГО; им вновь стал С. К. Шойгу.

В Съезде принял участие Президент России В. В. Путин, который возглавляет Попечительский Совет Русского географического общества.

Председатель Попечительского Совета обратил внимание на необходимость реализовывать экологические проекты Русского географического общества во всех регионах страны, отметив, что сейчас экологическая работа общества охватывает в основном Дальний Восток и Арктику. «Однако не меньшего внимания заслуживает и Центральная Россия», — сказал Президент РФ. По его словам, здесь тоже нужно создавать заповедники и восстанавливать популяции животных, развивать систему общественных акций по очистке лесов и водоемов, по борьбе с незаконными свалками и вырубками, по охране и восстановлению природных и культурных объектов. Причем не только признанных национальными символами нашей страны, но и тех, с которыми связаны истории малых городов и поселков. Скверы, парки, небольшие лесные массивы — все это неотъемлемая часть России, наше наследие. И мы обязаны хранить его и приумножать, и передавать, разумеется, будущим поколениям», — заключил глава государства. Из интересных идей, озвученных им на съезде, можно отметить идею проведения «Всероссийского географического диктанта» — аналога «Тотального диктанта» по русскому языку, который проводится уже несколько лет и успешно себя зарекомендовал.

В завершение работы съезда и с соблюдением традиций РГО были вручены награды Общества трем заслуженным исследователям за вклад в развитие отечественной и мировой географии, выдающиеся путешествия и исследования.

Впервые была вручена утверждённая Русским географическим обществом новая награда — медаль имени Н. Н. Миклухо-Маклая. Она будет присуждаться за исследования в области этнографии, антропологии, исторической географии, культурного наследия, выдающиеся путешествия в России и за рубежом. Такая медаль была вручена Ф. Ф. Конюхову за осуществление одиночного перехода через Тихий океан на вёсельной лодке от берегов Чили до побережья Австралии по уникальному маршруту, а также за другие многочисленные путешествия в России и за рубежом.

Закрывая XV съезд, Президент РГО отметил, что следующий год будет юбилейным в истории Общества, страна будет отмечать 70-летие Победы в Великой Отечественной войне, и, конечно, Русское географическое общество посвятит ряд экспедиций и мероприятий этим страницам нашей истории.

«Убеждён, у Общества есть все основания стать интеллектуальным лидером изучения и продвижения национальных программ по географии и взять на себя стимулирование научного творчества, причем идущего не только из академических центров, но и от «земли» — от энтузиастов, посвятивших себя изучению родного края» — эти слова Председателя Попечительского Совета РГО [4, С. 34] могут стать основой для дальнейшей деятельности региональных отделений старейшей общественной организации России.

Литература

1. Красильникова И. Н., Груздова М. Г. Система дополнительного географического образования школьников в Псковской области // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 4. Псков: Псковский государственный университет, 2014. С. 51–60.
2. Очерки по этнографии и исторической географии западного порубежья Псковщины / Под ред. А. Г. Манакова. Псков: Псковский государственный университет, 2014. 162 с.
3. Проблемы устойчивости эколого-хозяйственных и социально-культурных систем трансграничных регионов // Материалы международной научно-практической конференции 20–21 ноября 2014 года. Псков: Изд. ПсковГУ, «ЛОГОС Плюс», 2014. 368 с.
4. Русское географическое общество: Итоги деятельности за период с 2009 по 2014 год. М.: РГО, 2014. 280 с.
5. Слинчак А. И. Развитие туризма в Балтийском регионе: предпосылки, современное состояние и перспективы // Псковский регионологический журнал. № 11. Псков: ПГПУ, 2011. С. 172.
6. Слинчак А. И. Русскому географическому обществу 165 лет // Псковский регионологический журнал. № 11. Псков: ПГПУ, 2011. С. 170–171.

I. Krasilnikova

RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY: FROM CONGRESS TO CONGRESS

The main outcome of the XV Congress of the Russian geographical society (November 7, 2014, Moscow) is considered. The article considers the contribution of Pskov regional branch into solving the problems that Russian geographical society deal with.

Key words: *Russian geographical society, Congress, Pskov regional branch.*

СДВИГИ В АРЕАЛЕ РАССЕЛЕНИЯ ПЕЧОРСКИХ СЕТУ (ПО ИТОГАМ ЭТНОДЕМОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕТОМ 2014 г.)¹

В статье дается анализ изменения территории расселения сету по результатам этнодемографического исследования летом 2014 г. Рассмотрены факторы, повлиявшие на интенсивное сокращение ареала расселения сету в восточной (российской) части Сетумаа во второй половине XX — начале XXI вв.

Ключевые слова: полуверцы, сету, Сетумаа, Псковская губерния, Печорский район, традиционный ареал расселения.

Введение. Летом 2014 г. в рамках проекта «Экспедиция по изучению этнографических особенностей и культурно-исторического наследия западного порубежья Псковской области» (по гранту Русского географического общества), кафедрой географии Псковского государственного университета было проведено этнодемографическое исследование сету Печорского района Псковской области. Научные экспедиции с аналогичными задачами проводились в 1999 г. [6], 2005 г. [7], 2008 г. [3] и 2011 г. [5]. Благодаря этому результаты полевого исследования 2014 г. дали возможность проанализировать изменения в численности и демографической структуре сету за последние 15 лет. Одной из задач экспедиции 2014 г. было выявление изменений в ареале расселения сету, произошедших в последние полтора десятилетия. Именно изучению сдвигов в ареале расселения сету и посвящена данная статья.

Основная часть. Сету (самоназвание «сето») — народ финно-угорской группы уральской языковой семьи, родственный эстонцам, и проживающий в Печорском районе Псковской области России и на восточных окраинах соседних уездов Эстонии (Пылвамаа и Вырумаа), до революции 1917 г. административно подчинявшихся Псковской губернии. В прошлом русские называли сету «полуверцами», «псковскими эстами», «православными эстонцами», реже — «сетукезами» [1, 8]. В российской этнографической науке принят этноним «сету». Область расселения сету в России и Эстонии называется Сетумаа или Сетوماа, что переводится как «земля сету (сето)». Язык сету считается одним из говоров вырусского диалекта эстонского языка. Однако по причине распространения на крайнем юго-востоке Эстонии (в Вырумаа) литературного эстонского языка, сетуский говор воспринимает-

¹ Исследование выполнено в рамках проекта «Экспедиция по изучению этнографических особенностей и культурно-исторического наследия западного порубежья Псковской области» (грант Русского географического общества, договор № 06/2014-Н1).

ся самими сету как самостоятельный язык, который заметно отличается от эстонского языка [7, 10].

Благодаря возникновению Псково-Печерского монастыря (1473 г.) сету с конца XV в. начали принимать православную веру. В православие сету были обращены сразу после язычества, благодаря чему сохранили древнейшие черты финно-угорской дохристианской культуры, которых почти не осталось в собственно эстонской культуре, пережившей насильственное внедрение католичества (в XIII в.), а затем — лютеранства (в XVI–XVII вв.). Единая религия с местным русским населением позволила сету перенять у русских ряд элементов материальной культуры, удачно вписав их в свою собственную культуру [5, 7].

О территории расселения сету на рубеже XIX–XX вв. можно судить по ряду публикаций того периода. Яков Гурт в работе «О псковских эстонцах, или так называемых сетукезах» (1906 г.) так описывает ареал расселения сету: «Сетукезы населяют северо-западную часть Псковского уезда. Северной своей оконечностью область их распространения достигает вплоть до впадения реки Во в Псковское озеро. Западную границу с Лифляндской губернией образуют две реки: с севера верховья Меды, притока реки Во, с юга — верховья Пимжи. Среднее течение и низовья этой реки, впадающей в Псковское озеро, прорезывает всю страну посередине, и разделяют ее на две половины, северную и южную. Восточная граница Сетукезии (Setumaa) обозначена в главных чертах направлением юго-западного берега Псковского озера, однако таким образом, что лишь к северу 11 сетукезских деревень достигают берега озера, тогда как в других местах сетукезов отделяют от него русские деревни. Южная приблизительная граница обозначена Псково-Рижским шоссе ..., причем, однако, 10 сетукезских деревень лежат еще южнее этого шоссе. Прямо через означенную область протекает Псково-Рижская железная дорога ... Южная половина Сетукезии разделяется целым комплексом русских деревень, внедряющихся наподобие клина с юга на север, на две части, западную и восточную. В северной части этого клина, доходящего до Пимжи, лежит пригород Печеры с 1300 жителями (приблизительно) и первоклассным монастырем» [1, С. 2–3] (рис. 1).

В 1920 г. по Юрьевскому (Тартускому) договору Печорский край, где проживали сету, но с абсолютным большинством русского населения, отошел к Эстонии [10]. На этой территории был организован уезд Петсеримаа (Петсери — эстонское название Печор). Следует отметить, что в Эстонии сету не считались полноценными эстонцами, как ввиду их православной веры, так и иных отличий: элементов древней финно-угорской культуры, материальных культурных атрибутов, языковых особенностей [7].

В 1944 г. только что образованной Псковской области было возвращено примерно 60 % территорий, присоединенных к Эстонии в 1920 г. При этом в Эстонии остались западные окраины бывшей Псковской губернии. В итоге ареал расселения сету оказался расколотым между Эстонией и Россией. Однако при формальном существовании границ между республиками Советского Союза это не осложняло тогда бытовые контакты [2]. На землях, возвращенных из Эстонии в Россию, в 1945 г. был организован Печорский район Псковской области [9].

Сужение ареала расселения сету в Печорском районе началось с середины XX в., то есть почти сразу же после возвращения этих земель России. Это было напрямую связано с оттоком молодежи сету, предпочитавшей получать высшее и среднее специальное образование на эстонском языке в учебных заведениях Эстонии. Вместо сплошного этнического массива ареал расселения сету в Печорском районе стал представлять, скорее, ряд разорванных островков сетуских поселений в центральной и северной частях района. Основная же масса сету и поныне проживает в эстонской части Сетумаа.

Территория расселения сету в Печорском районе к течению XX столетия стала распадаться на два ареала: северный и центральный (основной). Первый (северный) ареал расселения сету еще недавно протягивался в Крупской волости вдоль эстонской границы, но при этом он никогда не примыкал к Псковскому озеру. Основной массив деревень и хуторов сету в Печорском районе тянулся в юго-западном направлении от Нового Изборска до Паникович с небольшим ответвлением в сторону Печор. В течение XX в. этот ареал постоянно сжимался, теряя поселения (по причине их обрусения) на западной и восточной окраинах. Несколько более устойчивыми были сетуские поселения, расположенные вблизи границы с Эстонией. Однако после распада Советского Союза и установления государственной границы с Эстонией, сетуские поселения стали быстро исчезать и в непосредственной близости от границы.

Ближе к концу столетия появились также и внутренние разрывы. В итоге в 90-е гг. XX в. основной ареал расселения сету в Печорском районе оказался фактически расколотым на три части: южную (Паниковскую), среднюю (между трассами Псков-Рига и Изборск-Печоры) и северную (от Мальского озера до железной дороги Псков-Печоры). «Ядра» средней и северной частей основного ареала расселения сету приходится на наиболее изолированные участки Печорского района — зоны стыка волостей: Паниковской, Печорской и Изборской, а также Печорской, Изборской и Новоизборской. Молодежь сету стала концентрироваться в Новом Изборске и Подлесье. Подлесье — поселение с рядом городских удобств, созданное почти в самом центре основного этнического ареала сету. И поэтому Подлесье некоторое время являлось местом притяжения мигрантов-сету, став альтернативой населенным пунктам Эстонии [4].

Согласно статистическим данным, полученным в Администрации Печорского района, на территории района в 2001 г. находилось 98 сельских населенных пунктов, где проживали сету. Однако по результатам этнодемографических исследований, проведенных кафедрой географии Псковского государственного университета, в конце XX — начале XXI вв., было выявлено заметно меньше таких поселений. Летом 1999 г. сету удалось обнаружить лишь в 50 населенных пунктах. По результатам исследования 2014 г., количество сельских населенных пунктов, где проживают сету, по сравнению с официальными данными на начало XXI в. сократилось еще более значительно — до 36.

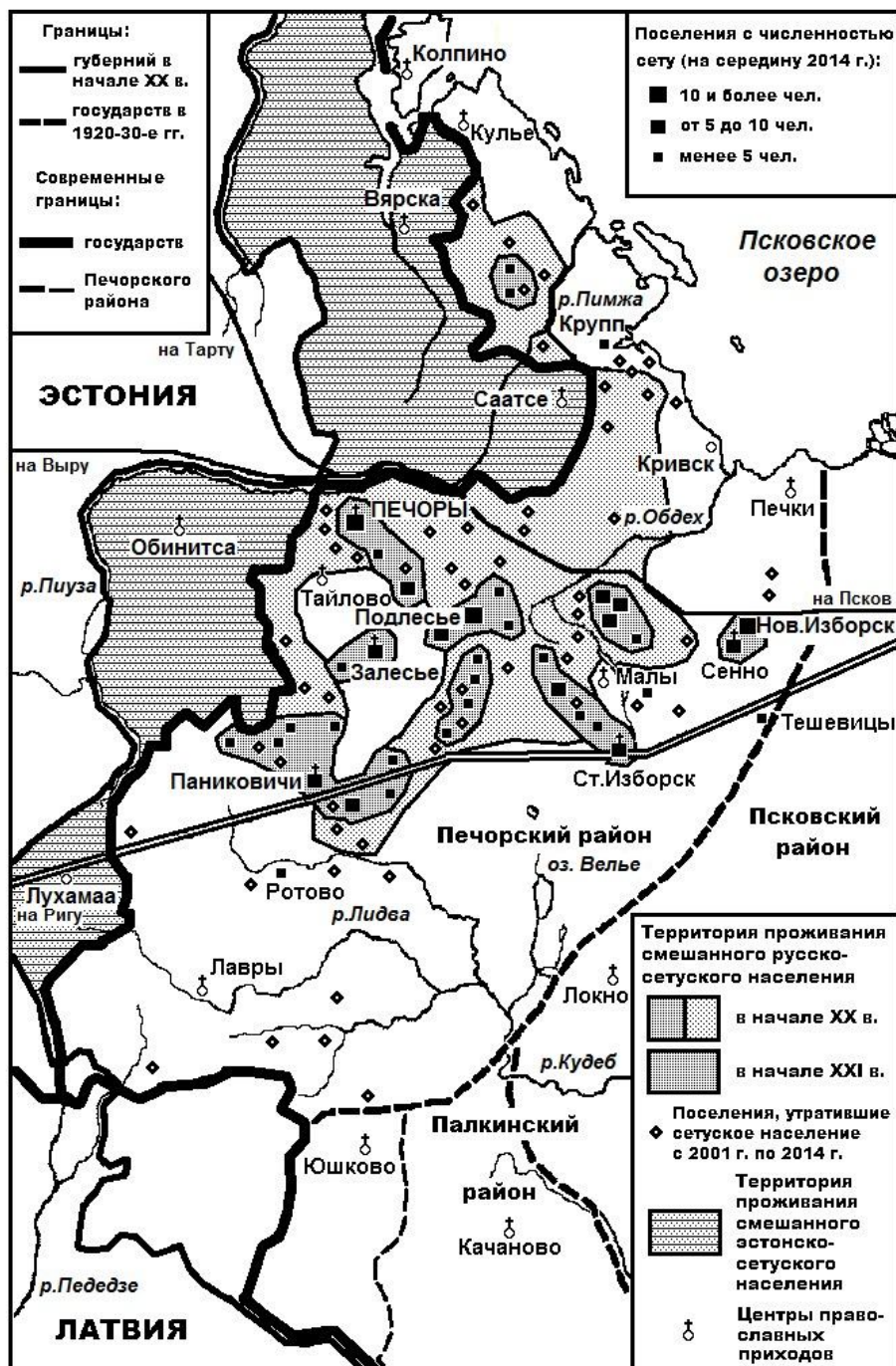


Рис. 1. Изменение ареала расселения селу в XX — начале XXI вв.

Наиболее крупными по числу сету сельскими поселениями района, где в 2014 г. проживало более 10 сету, являются Подлесье и Новый Изборск. От 5 до 10 сету проживало в десяти сельских поселениях. В среднем на одно поселение в 2014 г. приходилось четыре представителя данного народа. Для примера отметим, что за советский период истории Печорского района (начиная с 1945 г. и заканчивая данными переписи населения 1989 г.) средняя людность сетуских деревень уменьшилась с 45 до 16 чел. То есть за последние 70 лет средняя людность сетуских поселений в Печорском районе уменьшилась десятикратно.

Причем поселения, где были обнаружены сету в ходе экспедиции 2014 г., уже нельзя считать собственно сетускими, так как в большинстве их (за исключением ряда хуторов) преобладало русское население. Можно отметить основную тенденцию в изменении расселения сету в Печорском районе, наметившуюся в начале XXI в. — это концентрация сету в относительно крупных сельских поселениях, находящихся вне традиционного ареала их расселения. Это, в первую очередь, Подлесье, ставшее самым крупным сетуским поселением района. Во вторую очередь, это волостные центры Печорского района (Старый Изборск, Новый Изборск, Паниковичи, Крупн), ставшие центрами миграционного притяжения сету, особенно начиная с 2005 г. Также вне традиционного ареала расселения сету находится еще одно значительное по численности сету сельское поселение района — Залесье. Именно на эти поселения приходится ныне концентрация сету как среднего возраста, так и молодого поколения сету.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2010 г., № 453, сету (сето) внесены в Единый перечень малочисленных народов страны. Данное решение выглядит явно запоздалым, так как за 17 лет, прошедшие после первой заявки на получение сету статуса малого народа (1993 г.), в российской части Сетумаа произошел массовый исход сету в Эстонию [5]. Эмиграция сету привела к сокращению их численности в Печорском районе почти в четыре раза, и ныне их насчитывается, по нашим оценкам, примерно 200 чел., в т. ч. 140 чел. в сельской местности.

Выводы. В течение XX — начале XXI вв. произошло фактически растворение, или даже исчезновение как единого целого, традиционного ареала расселения сету Печорского района. Вместо ареала расселения сету сейчас можно говорить только о нескольких относительно крупных сельских поселениях, являющихся центрами миграционного притяжения сету среднего возраста. И хотя в этих поселениях сейчас преобладают русские, здесь сету получают возможность найти работу вне сельскохозяйственной деятельности, но при этом они могут сохранить здесь свою этническую идентичность (в отличие от мигрантов, переехавших в Эстонию или большие города России). В большинстве остальных поселений проживает по 1–2 представителя данного народа, чаще пенсионного возраста. Соответственно, в ближайшем будущем можно прогнозировать дальнейшее уменьшение числа сетуских поселений в Печорском районе. При этом демографическая обстановка в печорской части Сетумаа несколько стабилизировалась в последние годы, что связано с уменьшением оттока сетуского населения из России в Эстонию.

Литература

1. Гурт Я. О псковских эстонцах, или так называемых «сетукезах» // Известия императорского русского географического общества. 1905. Т. XLI. СПб., 1906. С. 1–22.
2. Историко-этнографические очерки Псковского края / Под ред. А. В. Гадло. Псков: ПОИПКРО, 1998. 315 с.
3. Манаков А. Г., Карпухина Н. В., Пыжова О. А. Сету Печорского района в начале XXI века (по итогам этнодемографического исследования 2008 г.) // Псковский регионологический журнал. № 7. Псков: ПГПУ, 2009. С. 140–145.
4. Манаков А. Г., Потапова К. Н. Изменение территории расселения сету с середины XIX в. по настоящее время // Псковский регионологический журнал. № 16. Псков: Псковский государственный университет, 2013. С. 117–126.
5. Манаков А. Г., Потапова К. Н. Этнодемографический портрет сету Печорского района Псковской области в начале второго десятилетия XXI века // Псковский регионологический журнал. № 13. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2012. С. 67–79.
6. Манаков А. Г. Сету Печорского района на рубеже тысячелетий (по результатам социально-демографического исследования летом 1999 г.) // Псков: научно-практический, историко-краеведческий журнал. Псков: ПГПИ, 2001. № 14. С. 189–199.
7. Манаков А. Г. Сету Печорского района Псковской области: материалы этнодемографического исследования 2005 г. // Псковский регионологический журнал. № 3. Псков: ПГПУ, 2006. С. 171–179.
8. Миротворцев М. Об эстах или полуверцах Псковской губернии // Памятная книжка Псковской губернии на 1860 г. Псков, 1860. С. 45–61.
9. Новожилов А. Г., Хрущёв С. А. Анализ динамики демографических параметров этнолокальной группы (население Печорского района Псковской области во второй половине XX — начале XX вв.) // Малые этнические и этнографические группы: Сборник статей, посвященный 80-летию со дня рождения проф. Р. Ф. Итса / Под ред. В. А. Козьмина. СПб.: Новая Альтернативная Полиграфия, 2008. (Историческая этнография. Вып. 3). С. 280–307.
10. Рихтер Е. В. Итоги этнографической работы среди сету Псковской области летом 1952 г. // Материалы Балтийской этнографо-антропологической экспедиции (1952 год). Труды института этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая. Новая серия. Т. XXIII. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 183–193.

A. Manakov

**SHIFTS IN SETOS' SETTLEMENT AREA
(ACCORDING TO THE RESULTS OF ETHNOGRAPHIC RESEARCH
IN PECHORSKY DISTRICT IN SUMMER 2014)**

The article presents the analysis of changes in structure of the Setu settlement on results of ethnodemographic research in summer 2014. The factors influencing on intensive decrease of the areal of Setu settlement in eastern (Russian) part of Setumaa in second half of 20th — beginning of 21st century are examined.

Key words: *poluvertsy, Setu, Setumaa, Pskov province, Pechory area, traditional settlement areal.*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ЗАПАДНОГО ПОРУБЕЖЬЯ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Статья посвящена анализу развития и оценке состояния природной среды западного порубежья Псковской области. Рассматриваются региональные различия, характерные особенности природы и их влияние на формирование этнографических элементов в культуре населения приграничных районов Псковщины.

Ключевые слова: природная среда, западное порубежье, переходной климат, региональные различия, этнографические элементы.

Исследование особенностей природопользования порубежных территорий является неотъемлемой частью изучения устойчивости и функционирования социально-культурных и эколого-хозяйственных систем. В последние годы этим вопросам уделялось особое внимание на международных научных конференциях, в ходе специальных исследований в Псковской области и на сопредельных территориях [1, 3, 7].

Целью данной статьи является оценка современного состояния природной среды приграничных районов Псковской области на фоне ретроспективного анализа освоения и хозяйственного использования рассматриваемой территории.

Особенности географического положения и рельефа

Псковское порубежье, протянувшееся вдоль границ с Белоруссией, Латвией и Эстонией, целиком расположено в пределах Прибалтийской низменности на северо-западе Русской равнины. Средняя высота поверхности над уровнем моря здесь не превышает 100 метров, а минимальная отметка едва достигает 30 метров (урез уровня Псковско-Чудского озера). Для большей части рассматриваемой территории характерен равнинный рельеф, осложненный холмами, грядами, ложбинами, котловинами, образованными в результате деятельности последнего (валдайского) покровного оледенения, которое завершилось сравнительно недавно (в масштабе исторической геологии) — всего 10–11 тысяч лет назад. Поэтому ледниковые формы рельефа хорошо сохранились до наших дней.

Территория расположена в лесной зоне. Здесь, примерно на широте Пскова, проходит зональная граница тайги и смешанных лесов, что придает местной природе особую многоликость и визуальную привлекательность. К северу от Пскова хорошо представлена подзона южной тайги, а южнее — зона смешанных лесов. Внешнее отличие южной тайги от смешанных лесов состоит в том, что в ней про-

¹ Публикация подготовлена в рамках проекта «Экспедиция по изучению этнографических особенностей и культурно-исторического наследия западного порубежья Псковской области» (грант Русского географического общества, договор № 06/2014-Н1).

израстают хвойные и мелколиственные породы деревьев, а в смешанных лесах — хвойные, мелколиственные и широколиственные породы.

По мнению известного российского историка В. О. Ключевского, «лес всегда был тяжел для русского человека. В старое время, когда его было слишком много, он своей чащей прерывал пути-дороги, назойливыми зарослями оспаривал с трудом расчищенные луг и поле, медведем и волком грозил самому и домашнему скоту. По лесам свивались и гнезда разбоя. Тяжелая работа топором и огнем, какую заводилось лесное хлебопашество на пали, расчищенной из-под срубленного и спаленного леса, утомляла, досаждала. Этим можно объяснить недружелюбное или небрежное отношение русского человека к лесу ...» [2, С. 83–84].

Обращая внимание на влияние природы страны на человека, В. О. Ключевский отмечает, как равнинный рельеф способствовал становлению особенного характера древнего русского человека. Однообразная картина провожала человека с севера на юг из губернии в губернию, «точно одно и то же место движется вместе с ним сотни верст. Все отличается мягкостью, неуловимостью очертаний, нечувствительностью переходов, скромностью, даже робостью тонов и красок, все оставляет неопределенное, спокойно-неясное впечатление. Жилья не видно на обширных пространствах, никакого звука не слышно кругом — и наблюдателем овладевает жуткое чувство невозмутимого покоя, беспробудного сна и пустынности, одиночества, располагающее к беспредметному унылому раздумью без ясной, отчетливой мысли ...» [2, С. 87].

Автор также обращает внимание на крестьянские поселки конца XIX в., которые «своей примитивностью, отсутствием простейших житейских удобств производят, особенно на путешественника с Запада, впечатление временных, случайных стоянок кочевников, не нынче — завтра собирающихся бросить свои едва насиженные места, чтобы передвинуться на новые. В этом сказались продолжительная переселенческая бродячесть прежних времен и хронические пожары — обстоятельства, которые из поколения в поколение воспитывали пренебрежительное равнодушие к домашнему благоустройству, к удобствам в житейской обстановке» [2, С. 87].

Особенности переходного климата

Климат западного побережья Псковского региона характеризуется как умеренно-континентальный, влажный, смягченный относительной близостью Атлантического океана. Влияние океана столь существенно, что позволяет отнести данную территорию к зоне переходного климата — от морского к континентальному. Это обуславливает здесь весьма неустойчивый характер погоды во все сезоны года. Однако лучше выражены черты морского климата — влажное, умеренно теплое лето, сравнительно мягкая зима.

Данная территория относится к зоне повышенной циклонической деятельности атмосферы. За год здесь наблюдается 130 циклонов, погода почти каждого третьего дня в году определяется циклонической активностью. Прохождение западных и юго-западных циклонов в холодный период года сопровождается резким потеплением, оттепелями, обычно со сплошной низкой облачностью, осадками и туманами.

нами. Летом циклоны обуславливают здесь понижение температуры воздуха, похолодание, облачную и дождливую погоду.

Антициклоны наблюдаются здесь гораздо реже — примерно 50 дней в году, причем максимум их приходится на весну. В антициклонах наблюдается сухая, солнечная, зимой морозная, а летом жаркая погода.

Здесь преобладают южные и юго-западные ветры. Средняя годовая температура воздуха составляет примерно 4,6 ° (Псков), а абсолютные температурные «рекорды» — минимумы и максимумы, колеблются в пределах от – 37 ° (Гдов) зимой до 33 ° (Гдов), 36 ° (Псков, Пыталово) летом.

На распределение атмосферных осадков оказывает влияние рельеф местности. Наветренные юго-западные, южные и западные склоны возвышенностей в год получают до 855 мм осадков. А на подветренных склонах, равнинах и побережье Псковско-Чудского озера годовая сумма осадков уменьшается до 640 мм. Большая часть осадков выпадает в теплый период года — с апреля по октябрь [5].

В климатическом отношении западное порубежье Псковщины напоминает Прибалтийский регион, климат которого часто находится в противофазе с климатом как Восточной, так и Западной Европы [8]. Причиной этого явления служит то обстоятельство, что рассматриваемая территория находится в пограничной зоне двух обширных и полярно противоположных макросистем — Северо-Атлантической океанической и Евразийской континентальной. Именно из-за расположения в этой пограничной зоне данная территория представляет собой хорошо выраженную, очень изменчивую природную систему, которая четко реагирует на любые климатические изменения. Поэтому здесь особенно сложно выстраивать долгосрочные прогнозы погоды и климата, которые отличаются своей непредсказуемостью. По этому поводу жители Псковщины даже шутят: «Не нравится псковская погода? Подождите два часа» ...

В последние десятилетия, на фоне глобального усиления парникового эффекта, средняя температура воздуха в Псковской области повысилась примерно на 3 ° (в основном за счет более теплых зим, что соответствует общим закономерностям). Так, средняя температура самого холодного месяца (января) в Пскове с 1988 года по 2001 год составила – 3,5 °, тогда как в предшествующий период средняя многолетняя температура января составляла –7,2 °. И продолжительность зимнего сезона здесь заметно сократилась. Если ранее обычное время перехода температуры через 0° к отрицательным значениям приходилось на 15 ноября, то за последние 30 лет этот срок сместился на 22 ноября. По сути время наступления зимы сдвинулось на целую неделю. Весной средняя дата перехода температуры через 0 ° к положительным значениям ранее приходилась на 31 марта, а за последние 30 лет сдвинулась на 18 марта. Таким образом, относительно теплый период года за последние десятилетия увеличился здесь почти на три недели.

Региональные различия

Состояние природной среды Псковского порубежья не может быть однозначным. Многообразие природных особенностей разноликих ландшафтов, расположенных на границе двух природных зон, исторически обусловило разные подхо-

ды населения к природопользованию, последствия которого заметны до настоящего времени.

В западной и юго-западной (приозерной) частях **Северного региона**², расположенных в основном в бассейне Псковско-Чудского озера, распространены заболоченные полого-волнистые озерные и озерно-ледниковые равнины, сложенные песками, супесями и суглинками. Эта территория выглядит почти идеально плоской, местами заболоченной низиной с амплитудой высот 5–10 метров. Вдоль побережья Чудского озера вытянуты песчаные гряды и дюны.

Земли, прилегающие к Чудскому озеру, отличаются мягкой короткой зимой и наиболее длительным теплым и солнечным вегетационным периодом в Псковской области, с пониженным количеством осадков (600–650 мм). Этот район располагает наилучшими агроклиматическими условиями произрастания сельскохозяйственных культур. Средняя годовая температура воздуха достигает 4,5 °, абсолютный минимум температуры –37 °, абсолютный максимум составляет 33 °.

Псковско-Чудское озеро создает здесь уникальную мезоклиматическую обстановку. Его прибрежная зона представляет собой разделительную полосу между массой воды и суши, которая различается по своим физическим свойствам (теплоемкостью, теплопроводностью, шероховатостью). Мезоклимат побережья возникает вследствие больших различий структуры теплового баланса суши и воды. Около 90 % радиационного баланса на водоеме расходуется на испарение и прогревание водной массы, и только 10 % идет на турбулентный поток тепла в воздух. Поэтому нагревание воздуха над водоемом сравнительно небольшое и почти одинаковое днем и ночью, а над сушей оно в течение суток значительно меняется.

На побережье длительность безморозного периода увеличивается на 10–20 дней, суммы активных температур возрастают на 100–200 °. Приозерная территория отличается увеличением числа ясных дней, уменьшением облачности, осадков, гроз по сравнению с удаленными от водоема ландшафтами. Эти особенности объясняются влиянием бризовой циркуляции, которая создает над побережьем инверсию, мешающую развитию восходящих токов воздуха [6].

Гидросеть данной территории относится к бассейнам Псковско-Чудского озера и реки Плюсы. Непосредственно в Чудское озеро впадают реки Желча, Черма. Наибольшее распространение здесь получили подзолистые почвы, на юго-западной периферии преобладают болотные торфяные и торфяно-подзолисто-глеевые почвы.

В северной части региона преобладают березовые и березово-осиновые травяно-кустарничковые и травяные леса. На юго-западе доминируют сосновые долгомошные и сфагновые леса в сочетании с верховыми и переходными болотами. Вдоль побережья Чудского озера освоенность земель доходит до 40–50 %, леси-

² Приозерная часть Северного региона соответствует территории Гдовского района Псковской области.

стость — до 35–50 % при большой нарушенности лесов; заболоченность — до 15 % с большим освоением болот.

Нижневеликорецкий регион расположен в северо-западной части Псковской области, в бассейне нижнего течения реки Великой и по побережью Псковского озера. Включает административные районы — Псковский, Печорский, Палкинский.

Поверхность региона представлена в основном слегка холмистой равниной, расчлененной рекой Великой и ее притоками. Лишь на северо-востоке Псковского района прослеживаются отроги Лужской возвышенности, а на западе — отроги возвышенности Хаанья, где абсолютные высоты поверхности колеблются в пределах 150–200 м. В прибрежной зоне Псковского озера абсолютные отметки достигают наименьших значений (30 м).

В наиболее возвышенных частях — на северо-востоке, востоке и западе региона — максимальные относительные превышения холмов, холмистых гряд над соседними долинами составляют от 20 до 50 м. Однако на большей части территории преобладают относительные высоты 3–10 м, в местах даже 1–2 м (побережье Псковского озера).

В рельефе преобладают полого-волнистые озерные и озерно-ледниковые равнины, сложенные песками, супесями и суглинками. Для западной и северо-восточной частей региона характерны полого-волнистые моренные равнины, сложенные валунными супесями, суглинками, глинами. Отроги возвышенности Хаанья на крайнем западе представляют собой холмисто-моренную равнину с аналогичными отложениями.

На севере и западе региона преобладают сосновые зеленомошные и лишайниково-зеленомошные леса в сочетании с производными вересковыми и бруснично-вересковыми сосняками.

На климатические особенности региона оказывает влияние близость крупного водоема — Псковского озера. Так, приозерные территории характеризуются мягкой зимой, наиболее длительным, теплым и солнечным вегетационным периодом с пониженным количеством осадков. Именно эти территории отличаются наилучшими агроклиматическими условиями произрастания сельскохозяйственных культур в Псковской области.

Северо-восточная часть региона характеризуется устойчивой, холодной зимой, коротким и прохладным вегетационным периодом с повышенным количеством осадков (до 750 мм в год).

Для восточной части присуща умеренно холодная зима и умеренно-теплый вегетационный период с повышенным количеством осадков.

На юге и западе типичны умеренно холодные зимы, сравнительно продолжительный и теплый вегетационный период, пониженное количество осадков. Средняя годовая температура воздуха в данном регионе составляет 4,4–4,6 °, абсолютный минимум температуры – (40–41) °, абсолютный максимум составляет 36 °. Годовая сумма осадков на большей части территории в разные годы в среднем колеблется в пределах 600–700 мм.

Гидрографическая сеть региона относится к бассейну Псковского озера и его главной реки Великой с притоками Многа, Череха, Пскова, Кудеб, Вяда. Непосредственно в Псковское озеро впадают реки Черная, Толба и др. (в северной части региона), Обдех, Пиуза (Пимжа) — на западе.

Наибольшее распространение в регионе получили дерново-подзолистые почвы; в понижениях встречаются дерново-глеевые и болотные торфяные почвы. В северо-западной части распространены дерново-карбонатные почвы (в местах близкого залегания известняков).

На территории региона, по условной линии г. Печоры — устье реки Великой — Лужская возвышенность, проходит граница природных зон — тайги и подтайги. К северу от этой границы расположена подзона южной тайги, к югу — зона подтайги (широколиственно-хвойных лесов).

На севере и западе региона преобладают сосновые зеленомошные и лишайниково-зеленомошные леса в сочетании с производными вересковыми и бруснично-вересковыми сосняками. В восточной части, а также на севере региона, вблизи Псковского озера, имеются крупные массивы сосновых долгомошных и сфагновых лесов в сочетании с верховыми и переходными болотами, местами с участками производных на их месте березовых лесов.

Центральная часть региона, где находится город Псков, а также западная его окраина, характеризуется высокой сельскохозяйственной освоенностью (60–70 %), большой нарушенностью лесов (15–20 %), освоенностью значительной части болот (заболоченность 5–10 %).

Северо-восточная часть региона, охватывающая междуречье Псковы и Кеби, а также территория в среднем течении реки Кудеб на западе, менее освоены в сельскохозяйственном отношении (20–30 %). Лесистость составляет здесь 40–60 % при большой нарушенности лесов, а заболоченность до 5 %.

Восточная, южная и северо-западная часть региона в сельскохозяйственном отношении освоены на 55–75 % с лесистостью 15–30 %, средней нарушенностью лесов и заболоченностью до 5 %.

Территории региона, примыкающие сравнительно узкой полосой к Псковскому озеру с севера и запада, сильно заболочены (60–80 %); болота здесь слабо освоены, лесистость едва достигает до 15 %, сельскохозяйственная освоенность — менее 15 %. В восточной части, а также на севере региона, вблизи Псковского озера имеются крупные массивы сосновых долгомошных и сфагновых лесов в сочетании с верховыми и переходными болотами, местами с участками производных на их месте березовых лесов.

Пыталовский и Красногородский районы, граничащие с Латвией, относятся к **Средневеликорецкому региону**, расположенному в западной части Псковской области, в бассейне среднего течения реки Великой.

Большая часть рассматриваемой территории представляет собой сравнительно однородную грядово-холмистую равнину с преобладающими высотами до 60–100 метров. Для западной, порубежной окраины региона в рельефе характерны по-

лого-волнистые озерные и озерно-ледниковые равнины, сложенные песками, супесями и суглинками.

Для большей части рассматриваемой территории характерна умеренно-холодная зима, сравнительно продолжительный и теплый вегетационный период, относительно небольшое количество осадков (по сравнению с другими частями Псковской области) — 560–700 мм.

Средняя годовая температура воздуха здесь составляет 4,5 °, абсолютный минимум температуры – 38 °, абсолютный максимум 36 °.

Гидросеть относится к бассейну реки Великой и представлена ее протоками: Кухва, Утроя, Лжа, Синяя и другие. Почвенный покров довольно пестрый. Достаточно широко представлены подзолистые, дерново-подзолистые, торфянисто- и торфяно-подзолисто-глеевые почвы, а также болотные торфяные (преимущественно верховых болот). В естественном растительном покрове преобладают сосновые долгомошные и сфагновые леса в сочетании с верховыми кустарничково-сфагновыми и переходными болотами.

Освоенность земель доходит до 25 %, лесистость составляет 40–55 %, а заболоченность — 10–12 % (при малой освоенности болот). В междуречье Иссы и Синей, к северо-востоку от Красногогородска имеются земли с сельскохозяйственной освоенностью более 70 %, лесистостью менее 10 % и малой заболоченностью (менее 5 %).

Юго-западное и южное порубежье Псковщины, представленное Себежским, Невельским, Усвятским районами, относится к **Южному региону** и расположено в пределах бассейнов рек Западной Двины и Великой.

В природном отношении эта территория весьма неоднородна. Ее поверхность представляет собой холмистую равнину, в которой причудливо сочетаются участки холмисто-моренного рельефа и обширных зандровых и озерно-ледниковых равнин с преобладающими высотами 150–200 метров. Полого-волнистые зандровые равнины занимают здесь сравнительно большие площади. Их поверхность довольно спокойная, слабо волнистая. Относительные высоты меняются в пределах 5–10 метров. Эти места, как правило, заняты сосновыми борами на песках и супесях и редко осваиваются под сельскохозяйственные угодья. Конечно-моренные гряды, холмы высотой 40–70 метров и более имеют сложные и резкие очертания. Встречаются участки озерно-ледниковых равнин, поверхность которых почти совершенно плоская, сток поверхностных вод затруднен. Поэтому в таких местах обычно встречаются болота или заболоченные леса [4].

Климатические условия здесь характеризуются довольно холодной и длительной зимой, умеренно теплым вегетационным периодом, повышенной облачностью и довольно большим количеством осадков. Средняя годовая температура воздуха составляет 4,3–4,6 °. Абсолютный минимум температуры – (42–45) °, максимум достигает 35 °. Годовая сумма осадков колеблется от 650 до 750 мм.

Гидросеть данной территории представлена водоемами, входящими в бассейны рек Западной Двины, Великой, Ловати. Благодаря обилию живописных озер,

этот регион получил название «Псковское поозерье». Здесь расположен Себежский природный национальный парк.

В почвенном покрове преобладают подзолистые, дерново-подзолистые и тофянисто-подзолисто-глеевые почвы. Растительный покров отличается своим разнообразием. Преобладают сосновые долгомошные и сфагновые леса. В восточной окраине региона доминируют осиновые и березовые дубравно-травяные, а также сосновые зеленомошные и лишайниково-зеленомошные леса.

Степень сельскохозяйственной освоенности территории отличается пестротой. На западе региона она составляет 20–30 % с лесистостью 40–60 % при большой нарушенности лесов и заболоченности до 5 %. Для центральной и восточной частей региона характерна освоенность 30–60 %, лесистость 25–40 % с большой нарушенностью лесов и заболоченностью до 10 % (при малой освоенности болот). Вдоль реки Ущи до самой южной окраины протянулась полоса угодий с освоенностью до 15 %, лесистостью от 40 до 80 % и заболоченностью 15–20 % (при малой освоенности болот).

Резюмируя изложенное выше, можно сделать вывод, что территория западного порубежья Псковщины обладает значительными резервами биопродуктивных площадей (особенно в лесной категории земель) и высокой экологической биоемкостью ландшафтов. Геоэкологическое качество современных природно-антропогенных ландшафтов сильно зависит от объема и экономической ценности природно-ресурсного потенциала, от набора экосистемных услуг, которые ландшафты предоставляют населению и хозяйству.

В настоящее время на территории западного порубежья Псковщины очевидна тенденция деградации природной и социальной среды, что обусловлено нерациональным использованием агроресурсов, вырубкой и недовосстановлением лесов, загрязнением природной среды, депопуляцией, сужением социальной инфраструктуры. Поэтому для Псковского порубежья в обозримом будущем представляется оптимальной экологическая (территориальная) модель развития³.

Литература

1. Васильева Т. В. Геоэкологическая оценка состояния и динамики лесного фонда Псковской области // Псковский регионологический журнал. № 6. Псков: Изд-во ПГПУ, 2008. С. 86–95.
2. Ключевский В. О. Курс русской истории. / Под ред. В. Л. Янина. Т. I. М.: Мысль, 1987. 430 с.
3. Российско-Белорусское порубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем / Под ред. А. Г. Манакова. Псков: Изд-во ПГПУ, 2005. 356 с.
4. Слинчак А. И. Псковская область: развитие и преобразование природной среды. Псков: Изд-во ПГПИ, 1997. 116 с.
5. Слинчак А. И. Климатические факторы развития и преобразования природной среды на территории Псковской области // Псковский регионологический журнал. № 8. Псков: Изд-во ПГПУ, 2009. С. 44–47.
6. Слинчак А. И. Природные и антропогенные предпосылки развития ландшафтов Восточного Причудья // Псковский регионологический журнал. № 14. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2012. С. 85–89.

³ Экологическая (территориальная) модель развития предполагает экономическое развитие как сохранение природной и социальной среды.

7. Слинчак А. И. Международная конференция, посвященная трансграничному сотрудничеству в Балтийском регионе (Псков, ноябрь 2012) // Псковский регионологический журнал. № 15. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2013. С. 154–159.
8. Шевкунова Э. И., Мещерская А. В., Яни А. Э. Прибалтика — особый район климатических изменений // Социальные и экологические проблемы Балтийского региона: Материалы общественно-научной конференции (Псков, ноябрь 2000 г.). Часть 2. Статьи. Псков: Изд-во ПГПИ, 2001. С. 9–21.

A. Slinchack

ASSESSMENT OF THE NATURAL ENVIRONMENT OF THE WESTERN BORDERLANDS OF THE PSKOV REGION

The article is dedicated to analysis of development and environmental situation of the western borderlands of the Pskov region. The author considers regional diversity, peculiar natural features and their influence on formation of ethnographic elements in population distribution of border areas.

Key words: *environment, the Western borderline, transitional climate, regional diversity, ethnographic elements.*

ДРЕВНЕ-БЕРЕГОВЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА ПРИЛЕДНИКОВЫХ ВОДОЕМОВ НА ТЕРРИТОРИИ ПСКОВСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В статье рассматриваются причины образования приледниковых водоемов на территории Псковской низменности и влияние особенностей перигляциальной климатической обстановки на процессы лимногляциального морфолитогенеза.

Ключевые слова: *приледниковый водоём, перигляциальной климат, лимногляциальный морфолитогенез.*

Псковская низменность расположена в бассейне р. Великой и Псковско-Чудского озера. Характерной особенностью ее рельефа является сочетание обширных относительно плоских участков нескольких разновысотных озерно-ледниковых равнин с серией разновозрастных субширотных полос краевых образований. Последние или разделяют эти разновысотные озерно-ледниковые уровни, или пересекают их плоскую абразионно-аккумулятивную поверхность (рис. 1).

Особенность такой ступенчато-понижающейся поверхности Псковской низменности объясняется обратным уклоном бывшего ледникового ложа. Вследствие этого, при фронтально-ареальной дегляциации Псковско-Великорецкой ледниковой лопасти Чудского потока последнего ледникового щита, во время относительных рецессионных стабилизаций, края последней, перед ним за счет накопления талых ледниковых вод и вод поверхностного стока атмосферных осадков, формировались подпрудные приледниковые водоемы. После последовательного спуска водной массы этих озерных бассейнов, при отступании края данной ледниковой лопасти, накопившие на дне озер толщи лимногляциальных осадков образовали лестницу из разновысотных уровней озерно-ледниковых равнин [1, 2, 7, 8].

Впадины приледниковых озерных бассейнов имели асимметричную форму в профиле (рис. 2). Их проксимальные обрывистые ледяные берега контактировали непосредственно с активной окраиной ледниковой лопасти или с полосой мертвого льда, а дистальные, наоборот, отличались пологостью и мелководностью. Подобное различие в пространственной среде перигляциального берегового абразионно-аккумулятивного морфолитогенеза обуславливало различие образующихся комплексов фаций, форм и типов рельефа. Большие глубины (по-видимому, близкие к 50 м) и фактическое отсутствие зоны литорали у проксимальных окраин приледниковых водоемов, а также контакт их водной массы с глетчерным льдом обеспечивали здесь деятельность процессов береговой термической абразии и флювиальной термоэрозии, что благоприятствовало сбросу в водоем большого количества вытравливаемого из глетчерного льда обломочного материала в короткие теплые сезоны года. В свою очередь, на дистальных мелководных побережьях приледниковых во-

доемов в эти же сезоны преобладала деятельность волновой абразии моренных отложений над процессами локальной аккумуляции их дериватов.

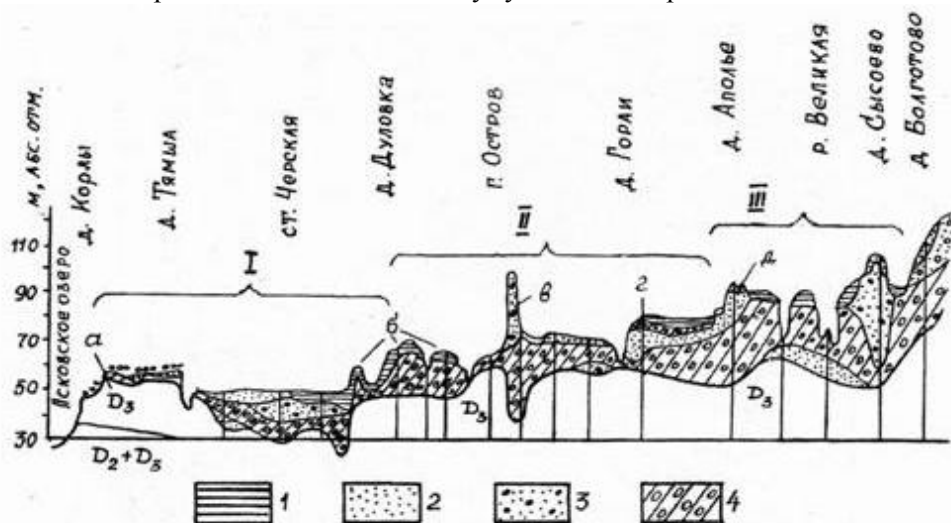


Рис. 1. Схематический геолого-геоморфологический разрез через территорию Псковской низменности

(по В. А. Исаченкову с дополнениями О. М. Татарникова [6])

Озерно-ледниковые равнины: I — Псковская, II — Островская, III) Опочецкая.

Краевые образования: б — Островские, г — Горайские, д) Красногородские.

Крупные элементы рельефа поверхности: а — Псковский уступ девонской куэсты, в — Островский оз.

- 1 — ленточные и ленточноподобные глинисто-алевритовые отложения;
2 — мелко- и тонкозернистые пески; 3 — разнотернистые пески с гравием и галькой;
4 — валунные суглинки и супеси

На деятельность аккумулятивных морфолитогенетических процессов оказывали свое влияние особенности перигляциальной климатической обстановки, которая характеризовалась краткостью теплых и длительностью холодных сезонов года, а также антициклональным типом циркуляции воздушных масс с господством ветровых потоков южных направлений, так называемых ледниковых фёнов. Активное перемешивание этими ветрами в теплые сезоны водной массы у проксимальных окраин приледниковых водоемов приводило к седиментации на дне их профундали, главным образом, более тяжелых обломочных песчано-алевритистых частиц, а более легкий обломочный материал глинистой фракции в это время находился в водной массе во взвешенном состоянии. В длительный холодный сезон, когда поступление обломочного материала в приледниковый бассейн резко сокращалось, а его водная масса была защищена от ветрового перемешивания ледовым покровом, здесь происходила седиментация тонких глинистых обломочных частиц. Такие условия аккумуляции обломочного материала в проксимальной глубоководной ча-

сти приледникового бассейна приводили к накоплению здесь глинисто-алевритовых осадков, толща которых приобретала ленточно-подобную или ленточную текстуру, отражающую, в той или иной мере, сезонный характер осадконакопления [3, 5, 9].



Рис. 2. Схема образования приледникового водоема и озерно-ледниковой равнины
I — стадия образования приледникового водоема: А) — дистальный берег;
Б — проксимальный берег приледникового водоема;

II — образования озерно-ледниковой равнины: а — аразионно-аккумулятивный участок, б — аккумулятивный участок озерно-ледниковой равнины; 1 — моренные валунные суглинки; 2 — валунное поле; 3 — тонко- и мелкозернистые песчаные горизонтальнослоистые осадки; 4 — неяснослоистые ленточно-подобные и ленточные глины; 5 — глетчерный лед; 6 — водная масса приледникового озера

На дистальных мелководных участках литорали приледниковых озер, в теплые сезоны преобладала, главным образом, абразионная переработка моренных и водно-ледниковых отложений, образующих первичную основу дна водного бассейна. При этом дериваты глинистой фракции оставались также во взвешенном состоянии в толще озерной водной массы, а дериваты более грубых фракций накапливались на отмелях участках береговой зоны в виде различных комплексов пляжевых фаций.

Таким образом, после ликвидации ледяной дамбы, подпруживающей прежде водную массу приледникового озера, и ее последующего спуска обнажался уровень дна бывшего водоема, поверхность которого превращалась в обширную, аккумулятивную озерно-ледниковую равнину, сложенную осадками глубоководных фаций

относительно узкую полосу абразионно-аккумулятивной равнины, представленную участками абразионных и аккумулятивных уровней (рис. 2).

Фрагменты древнебереговой зоны в проксимальной части бывшего приледникового водоема при этом сохранились в рельефе современных озерно-ледниковых равнин Псковской низменности в виде их относительно крутого уступа или пологого ската, которые, в какой-то мере, отражают характер контакта водной массы этого озерного бассейна с бывшей окраиной активных или мертвых глетчерных масс. В то же время, дистальная береговая зона бывшего приледникового водоема на абразионных участках ныне представляет собой выровненные волновыми процессами приподнятые поверхности, сложенные суглинками и супесями основной морены, а на аккумулятивных — заполненные продуктами абразии пониженные участки бывшего дна водоема.

Первые участки в зоне бывшей литорали приледникового водоема нередко фиксируются ныне на поверхности озерно-ледниковых равнин как скопления валунов, извлеченных абразией из толщи донных отложений основной морены и образующих валунные поля, а там, где они примыкали к склонам ледораздельных возвышенностей и массивов холмисто-грядового рельефа маргинального или водно-ледникового генезиса, маркируются, выработанными на последних деятельностью абразионных процессов, береговых уступов и волноприбойных террас. Достаточно ярким примером подобного типа береговой линии является отрезок древнеберегового комплекса, наблюдаемый на северном склоне Северо-Красногородских краевых образований, в окрестностях д. Мыза и д. Дегтяри, в составе которого выделяется береговой уступ и волноприбойная терраса, созданные деятельностью абразионных волновых процессов Новгородскинского уровня (около 80 м абс. отм.) Островского приледникового водоема. Ширина абразионной террасы составляет здесь около 20–30 м, а ее тыловой шов располагается на высоте 5,0–6,0 м, что позволяет предполагать такую же величину глубины приледникового озера в его прибрежной части (рис. 3).

Вторые участки древней литорали, характерные для отмелых побережий и устьев крупных рек, впадающих в приледниковое озеро на его дистальных побережьях, маркируются ныне реликтами береговых валов и комплексами древнего дюнного рельефа. Последние, образованные в результате эолового переотложения песчаного материала пляжевых осадков приледниковых озер, наиболее сохранились и ныне прекрасно демонстрируют положение их дистальных древнебереговых линий. Комплексы подобного дюнного рельефа представлены массивами эолового холмисто-грядово-бугристого рельефа, имеющими в плане линейно-изометричные очертания и занимающими обычно площадь до 3,0–4,0 км². Относительная высота отдельных, наиболее типичных серповидных дюн достигает 7,0–8,0 м. Такие относительно крупные и высокие дюны, как правило, локализуются ближе к центру дюнного комплекса, а к его периферии относительная высота дюн уменьшается, и последние постепенно сменяются бугристо-западинными эоловыми формами рельефа. Наветренные вогнутые склоны у типичных серповидных береговых дюн крутые (– 30–35 °) и сопровождаются котловинами выдувания, которые окаймляются

«рогами» или «хвостами» дюн, в то время как выпуклые заветренные осыпные их склоны более пологие и имеют углы наклона 8–20 °. Ныне массивы древних береговых дюн достаточно часто встречаются на территории Псковской низменности в составе рельефа аккумулятивных древне-береговых зон вдоль южной периферии Опочечкой, Островской, Псковской и Чудской озерно-ледниковых равнин.

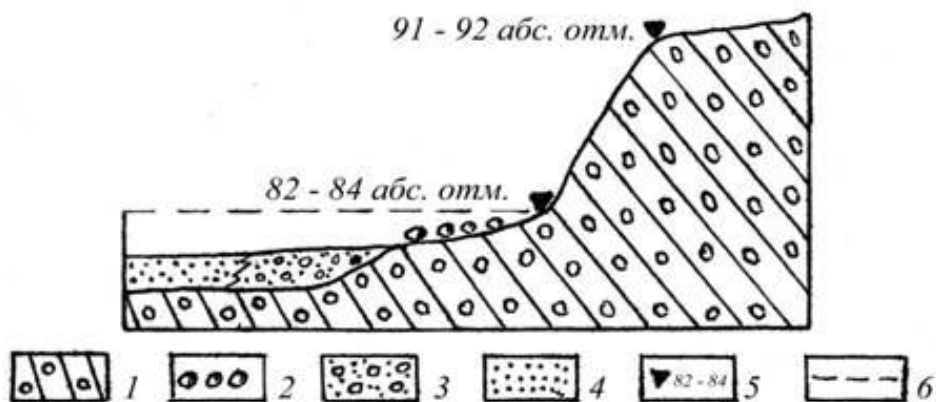


Рис. 3. Морфология фрагмента абразионной береговой линии Новгородкинского уровня Островского приледникового водоема на склоне Южно-Красногородской цепи краевых образований у д. Мыза — Дегтяри:

1 — моренные валунные суглинки; 2 — тонко- и мелкозернистые пески; 3 — грубозернистые пески с включением гравия, гальки и валунов; 4 — абсолютные отметки бровки уступа и береговой линии

Так, например, весьма выразительные массивы дюн на участке левобережья низовий р. Великой от впадения в нее рр. Многи и Черехи (окрестности н. п. п. Промежицы, Глоты, Соловьи) фиксируют местоположение древнебереговой линии Псковского приледникового водоема (рис. 4), а полоса дюн (рис. 5) у д. Абижа, Жидилов бор, Малая Толба и Елизарово отмечает линию береговой зоны Чудского приледникового озера [4].

Следует отметить, что территории таких дистальных побережий приледниковых водоемов с широким развитием дюнного рельефа, как показывают результаты археологических исследований, активно заселялись человеком каменного века. Вероятно, в начале голоцена такие побережья с их мелководной литоралью, устьями рек, текущих с юга, и массивами дюнных комплексов рельефа, поверхность которых частично уже была закреплена древесной растительностью, представляли в ландшафтно-климатическом отношении наиболее комфортные территории для человека, основным укладом хозяйства которого было собирательство, рыболовство и охота [7].



Рис. 4. Фрагмент полосы дюнного комплекса рельефа, маркирующей положение древне-береговой зоны последней фазы эволюции Псковского приледникового озера в окрестностях устьевых участков рр. Черехи и Многи



Рис. 5. Дюнный ландшафт (д. Спицино на восточном берегу Чудского озера)

Литература

1. Исаченков В. А. Приледниковые водоемы Псковской низины // История озер Северо-Запада. Л.: ГО СССР, 1967. С. 86–93.
2. Исаченков В. А., Лесненко В. К., Татарников О. М. Краевые образования Псковской низменности // Путеводитель полевого семинара «Балтийско-Валдайский краевой комплекс». Псков — Таллин: Псков. отд. ГО СССР, ПГПИ, АН ЭССР, 1985. С. 26–30.
3. Кагнер М. Н. Состав и свойства ленточных глин северо-запада России. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 1959. 100 с.
4. Карпухина Н. В., Татарников О. М. Комплексы перигляциального эолового рельефа на территории водосборного бассейна р. Великой // Сбалансированное развитие Северо-Запада России: современные проблемы и перспективы: Материалы общ.-науч. конф. с межд. участием. Псков: Псков. отд. РГО, ПГПУ, 2009. С. 81–84.
5. Куршс В. М., Стинкуле А. М. О разновидностях ленточной слоистости в лимногляциальных глинах Латвийской ССР // Вопросы четвертичной геологии. Вып. 4. Рига: Зинатне, 1969. С. 83–101.
6. Татарников О. М. Рельеф и палеогеография Псковской области. Псков: ПГПУ, 2007. 128 с.
7. Татарников О. М. Палеогеографический прогноз местоположения памятников каменного века на площади водосборного бассейна Псковского озера // Археология и история Пскова и Псковской земли: Материалы науч. сем. им. В. В. Седова. Псков: ПГОИАХМЗ, Ин-т археологии РАН, 2008. С. 97–99.
8. Tatarnikov O. M., Lesnenko V. K., Archipenkov A. G. Some peculiarities of development of the peribaltic ice-dam lakes of the Pskov glacial lobe in Gotiglacial // Geological history of the Baltic Sea (Abstract volume of field symposium of the Peribaltic Group of INQUA commission on Glaciation). Vilnius, 1996. P. 69–70.
9. Sauramo M. Über die Bändertonen in den ostbaltischen Ländern vom geochronologischen Standpunkt. Fennia, 1925. Bd. 45. Nr. 6.

O. Tatarnicov, V. Lileikina, K. Vorobyov

ANCIENT SHORE-LINE FORMS OF RELIEF OF ICE-DAM LAKES AT PSKOV LOWLAND AREA

The article is devoted to formation of the ice-dam lakes in Pskovian lowland and the influence of the periglacial climatic peculiarities on a limnoglacial morpholitogenetic processes.

Key words: *ice-dam lake, periglacial climate, limnoglacial morpholitogenesis.*

УДК: 911.53(474)

Н. К. Теренина

ОТОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЛАНДШАФТОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЭСТОНИИ И ПЕЧОРСКОГО РАЙОНА ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ФОЛЬКЛОРНОМ НАСЛЕДИИ СЕТУ⁵

В статье представлены примеры описания и интерпретации отдельных элементов ландшафта в различных жанрах сетуского фольклора. Давняя история развития территории и большое разнообразие ландшафтов способствовало созданию разнообразных форм мифологического, поэтического, песенного фольклора и обрядовых традиций сету с многообразным географическим содержанием в различных частях Сетумаа.

Ключевые слова: культурный ландшафт, элементы природных ландшафтов, культурное наследие Сетумаа.

Сету (самоназвание «сето»; называемые также «полуверцами», а в прошлом — «псковской чудью») — малочисленный прибалтийско-финский народ, с 1945 г. разделенный республиканской границей, превратившейся с 1991 г. в государственную границу между Россией и Эстонией. В России сету проживают в Печорском районе Псковской области, где составляют, по итогам экспедиции 2014 г., организованной кафедрой географии Псковского государственного университета при финансовой поддержке Русского географического общества, около 200 чел. (во время переписи 2010 г. сету/сето называли себя 117 жителей Печорского района [3]). С 2010 г. сету (сето) входят в перечень малочисленных народов России.

В Эстонии сету проживают на восточных окраинах уездов Вырумаа и Пылвамаа, которые до 1920 г., вместе с территорией современного Печорского района, являлись частью Псковского уезда Псковской губернии, а ныне составляют историко-географическую область Сетумаа (Сетумаа, т. е. «земля сету/сето»). Общую численность сету в границах этой историко-географической области можно оценить примерно в 2 тысячи. В отличие от соседних эстонцев-лютеран, сету приняли в XV–XVII вв. православную религию, но в их культуре можно найти как древнейшие (дохристианские) черты, так и заимствования из культуры соседних народов, особенно русских [6].

Эстонские лингвисты рассматривают сетуский язык в качестве одного из говоров вырусского диалекта фактически исчезнувшего ныне южноэстонского языка (который был заменен на эстонский литературный язык), сами же сету считают свой язык самостоятельным. С 2006 г. в юго-восточной Эстонии начато преподава-

⁵ Исследование выполнено в рамках проекта «Экспедиция по изучению этнографических особенностей и культурно-исторического наследия западного порубежья Псковской области» (грант Русского географического общества, договор № 06/2014-Н1).

ние вырусского/сетуского языка. В 2009 г. сетуский язык был включен ЮНЕСКО в Атлас исчезающих языков мира как «находящийся под угрозой исчезновения».

Изменению ареала расселения сету, а также роли политических и административных границ в динамике их численности посвящено достаточно много работ [1, 2, 5, 7, 8 и др.], и в данной публикации мы не будем останавливаться на этом вопросе. При этом рассмотрим Сетумаа как геокультурную (культурно-географическую) единицу, ставшую ареалом взаимодействия древнейшей финно-угорской (общей для разных финно-угорских народов) и русской православной культур.

Этно-фольклорные исследования локальных территорий особенно интересны тем, что позволяют очертить ареалы сохранения тех или иных эпических произведений, систем образов народных сказок и преданий. Так, например, фольклор сету, чей ареал расселения охватывает достаточно компактные территории юго-восточной Эстонии и западную часть территории Псковской области России, усвоил и трансформировал заимствования сразу из нескольких источников: православной традиции русских, карело-финского эпоса, легенд западных островных эстонцев и древнейших языческих верований.

Еще в XIX в. возникла традиция — при изучении фольклорного наследия сету постоянно сравнивать их с русскими и эстонцами, отыскивая в их культуре, бытовых и обрядовых традициях, вероисповедании черты взаимопроникновения и смешения культур. Сочетание самобытных фольклорных элементов и языковой эстонской основы, традиций православия и элементов языческих культов превращает исследование сету в интересный процесс не только по причине этнокультурных сравнений, но и с точки зрения выявления наиболее ранних сюжетов и форм выражения сетуского фольклора — поиск истоков культуры Сетумаа.

Анализируя особенности фольклора сету, собиратель и составитель эстонского национального эпоса «Калевипоэг» Ф. Р. Крейцвальд увидел в культуре сету многие древнеэстонские черты, давно утраченные в других частях расселения эстонцев, однако сохраняющиеся у «псковских эстов», несмотря на влияние окружающей их русской культуры. В связи с этим Ф. Р. Крейцвальд призывал собирать и изучать напевы и сказания сету, выражал надежду на то, что плоды этой работы не будут уступать результатам, достигнутым финскими исследователями, собиравшими карельскую народную поэзию и мифологию.

Сочетание разновременных традиций, языческих и христианских, указывает на практический склад сету: не стоит конфликтовать ни с новым, ни со старым; а также указывает на еще одну этническую особенность: при оседлом образе жизни сету и их предки оказывались в пределах разных культурных пространств, поэтому образы и сюжеты, встречающиеся в эстонском фольклоре, очень часто оказывались привнесенными от населения других, иногда весьма удаленных от восточной Прибалтики территорий.

Территория расселения сету относится к старозаселенным, топонимами здесь обозначены практически все сколько-нибудь выделяющиеся на местности элементы ландшафта. Эта давняя история сосуществования населения и освоенного им

ландшафта позволило глубоко проникнуть географическим образам в материальную культуру сету и их фольклор.

В этой связи вспоминаются слова первого президента Эстонии Леннарта Мери, которые в полной мере можно отнести также и к Сетумаа: «Мы ощущаем свою родину иначе, чем англичане или венгры. Нет, наверное, на земном шаре такого уголка земли, где каждый родник и каждый поворот проселочной дороги, каждый валун и каждое дерево были бы описаны с такой заботой и старанием, так воспеты на все лады и стали бы всенародной собственностью не только в конституционном, но и в поэтическом смысле этого слова. Это тоже история, не записанная и все же зримая» [4].

Ландшафты Сетумаа, при всей компактности территории, весьма разнообразны: здесь есть леса и веками возделываемые распаханые земли, возвышенности и болотистые низменности, озера, реки и ручьи. Природно-ландшафтные особенности разных частей Сетумаа наложили свой отпечаток на содержание фольклорных произведений и интерпретацию образов, почерпнутых из повседневного быта населения.

Реки. В культуре сету очень сильны традиции уважительного и почтительного отношения к образу женщины-матери. Языческие культы матери вообще особенно сильны в восточной Эстонии среди сету. В этой связи одним из очень важных для сетуского фольклорного наследия является образ реки-матери — подательницы воды и охранительницы, «берегини». Традиции почитания образа реки-матери распространены также и среди эстонского населения прилежащих территорий, однако в их фольклорной обрядовой традиции они выражены значительно слабее, чем у сету.

Через территорию юго-восточной Эстонии, примерно очерчивая западные и северные границы Сетумаа, протекает река Эмайыги, соединяющая два крупных озера Эстонии — Чудское и Выртсъярв. Она имеет медленное течение и при достаточной сезонной полноводности является единственной в Эстонии судоходной рекой в своей нижней части (101 км).

Название реки Эмайыги переводится с эстонского языка как «мать-река». В русской истории она известна как Омовжа. Существуют вариации обращения к ее образу, подчеркивающие женские начала: реку величают целительницей, охранительницей, утешительницей, подательницей воды.

Другая река Сетумаа — Пимжа (эст. Пиуза) — река, протекающая как через территорию Эстонии, так и по Печорскому району Псковской области РФ, относится к бассейну Псковско-Чудского озера. Исток реки располагается в Эстонии около озера Аласъярв (Alasjarv) у деревни Вилла (Villa) в 12 км на юго-запад от поселка Вастселиина (Vastseliina). Впадает река в Псковское озеро у деревни Будовиж, разделяясь на два рукава.

Пещеры. Река Пиуза в среднем течении на протяжении 18 км протекает между селами Вастселиина и Саэтамме (Saetamme) по живописной ложбине, с которой связан целый ряд особо почитаемых сету мест. Так, например, здесь расположены рукотворные пещеры, созданные при добыче песчаника, разработка пластов которого продолжалась с 1922 по 1966 гг. Добываемый песок использовался

на предприятиях по производству стекла. Тонкозернистые отложения реки Пиуза использовались в стекольном производстве. После прекращения промышленных работ их заселили тысячи летучих мышей.

Несмотря на «молодость» этих пещер и их искусственное происхождение, до ограничения посещения их сюда приходили с иконами и ставили свечи. Возможно, почитание пещер как прообраза природного нерукотворного храма является очень древней традицией. Многими веками ранее именно таким образом был основан расположенный неподалеку Псково-Печерский монастырь. Пещеры в этническом фольклоре и обрядовых традициях воспринимаются как убежища во время войн или место обитания мифологических существ. Так, с пещерами Псково-Печерского монастыря связывается образ героя сету — Пеко.

Пеко иногда называют древним божеством сету, сродни тем, кому древние народы ставили идолов и приносили жертвы. Сету приняли христианство, посещали храмы и уже многие-многие поколения их не были язычниками, однако не забывали и старые истории-сказки о великом воине и труженике-крестьянине Пеко. Огромный свод устных преданий о герое-полубоге собрал по всей Сетумаа школьный учитель и фольклорист П. Воолайне в первой четверти XX столетия, а затем передал эти записи самой талантливой и прославленной сетуской сказительнице Анне Вабарна [10].

В сетуском эпосе «Пеко» описывается, что Пеко — король Сетумаа — много-много лет спит в глубокой пещере: как следует из повествования, он покоится в священных пещерах в Печерском монастыре. Чувствуя приближение смерти, богатырь Пеко ложится в пещерах, однако своему народу он говорит, что если большая беда придет на его родную землю, то пусть они его позовут — тогда герой пробудится и поможет им одолеть врага. Вокруг пещер он велит построить храм и монастырь — во славу Христа и Девы Марии, а кузнецов просит выковать железное ребро (било) и повесить его перед монастырем. Таким образом, в культе пещер и в почитании образа Пеко связываются языческие и христианские традиции, вследствие смешения которых сету получили среди местного русского населения прозвание «полуверцы».

Почитание природных и рукотворных пещер как особых сакральных мест, святынь в христианской и языческой традициях, конечно, не ограничивается территорией Сетумаа, а простираются дальше — на территории России, в страны Прибалтики и Финляндию, а также встречается во многих культурах по всему миру.

Родники и целебные источники. Также Сетумаа славится своими живописными и многоводными источниками. Крупнейшие из них — расположенные в Изборско-Мальской долине Словенские ключи, Мальской источник, а также известные своими целебными свойствами минеральные источники Вярска.

Местнопочитаемых источников и колодцев достаточно много в Сетумаа, многие из них впоследствии были оборудованы водоводами, возле них построены часовни. Местонахождение источников сильно повлияло и на формирование поселений — люди старались располагать хутора, деревни и мызы поближе к источникам, поэтому их названия часто упоминаются в фольклорных произведениях и часто имеют свои легенды.

Священные источники Сетумаа наделялись магической оздоровительной силой и его водой лечили заболевания глаз и кожи, смывали греховные поступки и т. д. Источникам приносили в жертву серебро: в руслах некоторых из них находят серебряные монетки.

Существуют также целебные и почитаемые источники, не связанные с населенными местами. Так, например, в уезде Пылывамаа, немного к северу от нынешнего основного ареала расселения сету, известен ключ Эмалате. Река Ахья омывает подножие склона и береговой склон Вьяйке-Таэваская, протяженность которого составляет примерно 190 метров. С верхнего края вытекает родник Эмалате. Воды источника образовали в стенах большую пещеру, в которой якобы живет Мать родника. Своей родниковой водой она питает все остальные родники Таэваская. Верят в то, что вода этого родника целебна для глаз.

Также существует и другая версия легенды об этом месте, связанная со строительством на месте городка Пылыва церкви в 1240 г. [9]. По легенде, дьявол приходил каждую ночь и разрушал здание. Тогда старый мудрый человек посоветовал, что нужно замуровать кого-то в стену церкви, чтобы прекратить разрушения. На следующий день жителям был задан вопрос о том, кто хочет стать добровольцем. Вызвалась девушка по имени Мария и заявила, что она желает помочь. С того момента дьявол больше не трогал церковь, и строительные работы были успешно завершены. Церковь была названа в честь Святой Марии. В XV в. вокруг церкви, построенной на пересечении торговых путей, возникло поселение. В тех же местах, откуда девушка была родом, поселилась ее чистая святая душа — так из обрыва над рекою забил родник, а образовавшуюся тут же пещерку называли Девичьей.

Камни. Моренные останцы, часто встречающиеся как в юго-восточной Эстонии, так и в Печорском районе Псковской области, также издавна стали местами поклонения сету. Часть таких камней пользовалась остаточным почитанием до недавнего времени; кое-где следы этого почитания сохранились и поныне. Несомненно, что эти камни дошли до нас далеко не все, т. к. часть их была уничтожена и смещена со своих мест в разные исторические периоды. Вплоть до середины XX в. на территории Сетумаа особым почитанием пользовались два таких камня: Титов камень — в глубоком овраге на ручье Каменце (г. Печоры, ул. Овражья) и Иванов камень, находящийся в деревне Мегузицы, на территории Эстонии.

К Титову камню приходили женщины-сету из Тайлова, Паниковичей и других мест на Фоминой неделе, в Радуницу. По сведениям местных жителей, «камень был теплым, хотя и была ранняя весна». Здесь лечили женские болезни: прижимались животом, чтобы избавиться от бесплодия; приносили пищу к камню. Здесь же на Радуницу проводили общую трапезу и гулянье на поляне, на другой стороне оврага.

Об Иванове камне существовало предание, что Иоанн Креститель и Апостол Петр сидели на нем, умывали ноги и обувались. Вероятно, поэтому Иванов камень считался способным помочь в излечении болезней ног и позвоночника. В грамоте Ивана Васильевича Псково-Печерскому монастырю в 1561 г. этот камень именуется Теплым Камнем на кургане при ручье, и служил тогда одним из пограничных знаков [10]. Какой величины был он в то время — неизвестно, но нынешние старики говорят, что на их памяти он подвергался неоднократному разрушению, от

него откалывали для индивидуального пользования разного размера части. Отколо-тую часть камня прикладывали к животу, шее и другим местам, очевидно, с лечеб-ными целями, хранили как оберег.

К самому Иванову камню собирались в Иванов день русские, сету и эстонцы не только из окрестных деревень, но и из довольно удаленных мест. Русские шли в церковь, а сету сперва зажигали свечи на самом камне, зачерпывали ложкой масло или творог и клали туда же, прикладывались к камню больными местами.

Возвышенности. На территории Сетумаа находится возвышенность Суур-Мунамяги (эст. Suur Munamägi, в переводе «Большая гора-яйцо») — самая высокая точка Эстонии, высотой 318 метров над уровнем моря. Расположена на возвышен-ности Хаанья, в уезде Вырумаа на юго-востоке Эстонии. С ее вершины открывается панорамный вид, поэтому в разное время здесь строили смотровые вышки и башни.

Первая из известных башен была построена в 1812 г., и, по легенде, расска-зываемой до сих пор, была разрушена из-за того, что ее высота «смущала» корабли. Следует отметить, что до ближайшего морского побережья это место расположено весьма далеко и, по-видимому, в данной легенде высота башни сильно преувеличе-на, а причиной гиперболизации ее образа стало то значительное впечатление, кото-рое данное сооружение произвело на местных жителей [9].

Сетуские и эстонские легенды, связанные с этим местом, имеют существен-ные расхождения в сюжете. Так, в эстонском фольклоре это место связывается с именем национального героя Калевипозга, который по пути домой из восточных земель (иногда даже упоминается, что из Пскова) так сильно устал, что решил при-лечь, но подголовье было немного низким. Он подтянул землю с двух сторон и об-разовался холм — так появилась гора Мунамяги.

Однако в фольклорном наследии сету это место связывается с битвой, в кото-рой богатырь Пеко — первый воин, защитник и созидатель Сетумаа — выступил на защиту родной земли против пяти королей. Именно отсюда он увидел приближаю-щихся врагов, когда птицы принесли дурные вести, и матушка Пеко перед смертью предупредила его, чтобы он смотрел за родной землею и был бдителен. Он издале-ка с вершины горы увидел вражеские войска и понял, что началась война, и короли пяти государств собрали огромное войско и идут на восток. После этого Пеко одел-ся, как завещала ему мать, и взял отцовскую дубинку.

Согласно сетускому эпосу, отважно он сражался два дня и победил четыре армии. Но треснула отцовская дубинка. Тогда Пеко спрятал ее обломки под камень, выхватил кованый меч и продолжил битву.

На третий день силы покинули Пеко. Забылся он тяжелым сном и рухнул прямо там, где стоял. Окружили его русские и спрятали его меч, но самого его не тронули. Когда Пеко пробудился, то увидел, что нечем ему сражаться, однако он был не пленен, и во сне ему не было причинено никакого ущерба. Тогда он обещает русским с ними больше не воевать, а заключить союз.

Озёра. Территория Сетумаа по большей части достаточно возвышенная, од-нако тут встречаются озёра и болотные массивы.

Несмотря на близость к Псковско-Чудскому озеру, сету в меньшей степени, чем русские, занимались рыболовством, предпочитая покупать рыбу. «На воде, —

так говорится в песнях сету, — не только мужчины ловят рыбу, но и рыба мужчин. Когда рыбак отправляется на свой промысел, он всегда должен брать с собой погребальное одеяние, а дома он оставляет плачущих. Когда же хлебопашец отправляется в поле, то дома остаются певичцы, и в горнице радость».

Интересные озёра расположены неподалеку от Вярска среди болотного массива Мезникунно. Недалеко друг от друга находятся здесь два совершенно разных озера. Валгъярв (Белое озеро) считается озером с самой чистой прозрачной водой, а рядом с ним — Мустьярв (Черное озеро), одно из наиболее темноводных в Эстонии. Каждый год сюда прилетают гнездиться серые журавли. В рассказах об этих озёрах присутствуют элементы сюжетов о живой и мертвой воде. Данный сказочный сюжет не является оригинальным и, скорее всего, является достаточно поздним сочинением, придуманном, возможно, в рамках создания тут туристических пешеходных троп.

Озерная система Изборско-Мальской долины особо почитаема в связи с наличием здесь Спасо-Онуфриева скита Псково-Печерского монастыря и сетуского погоста. В июле проходит престольный праздник «Мальское воскресение», когда отовсюду собираются люди, считающие Малы своей родиной, чтобы встретиться и почтить память предков. Мальской погост сохраняет удивительную, умиротворяющую атмосферу. Недаром, одно из местных поверий связано с обретением человеком душевного покоя.

Прямо напротив придела Онуфрия Мальского находится могила местничего праведника — болящего Матфея с неугасимой лампадой. По преданию, он пролежал в болезни сорок лет. Но человек был светлый, богобоязненный и мудрый. К нему приходили за советом и судом. На деньги от приношений он выстроил так называемый «сетуский» придел.

Мальской ключ и Словенские ключи также считаются священными, почитаемыми местами у живших в окрестностях сету.

Западнее Старого Изборска цепью протянулись пять озер: Утицкое, Троицкое, Усовское, Кучинское и Долгое. Несмотря на небольшую площадь, глубины в них достигают 3–5 м. По одной из легенд, старый одинокий человек из деревни Митковицы выходил уточку-подранка, а после утка вывела птенцов и осталась жить поблизости. Однажды случилась война, и воевода отряда ливонцев приказал убить старика за то, что тот не указал короткую дорогу заплутавшему вражескому отряду. Но вдруг утка взмахнула крыльями — загремел гром, сверкнула молния, земля раскололась, и в нее провалились и воевода, и воины и сосновый бор. А на этом месте образовалось озеро. Так утка спасла старика.

Но существует и другое объяснение названия озера, связанное с глаголом «утекать». Вода из озера якобы может перетекать в другие связанные с ним озера, поэтому оно и получило такое название. Видимо, со временем этимология слова была утрачена, ударение стало падать на первый слог, что характерно для русского северо-западного пограничья, а легенда о старике и его утке-хранительнице возникла как объяснение нового названия озера.

Анализируя общие черты в отображении элементов ландшафтов в фольклорном наследии сету можно отметить наложение одновременных элементов, разного

рода заимствований и несомненное влияние эстонской и русской культур. Для сетуского фольклорного наследия характерна преимущественно лирическая фольклорная форма, где образно и сюжетно переплетены песни, малые стихотворные формы, сказания и легенды. Поэтому, несмотря на разобщенность образов и сюжетов, в фольклоре воссоздается единый, в деталях проработанный образ территории, где ландшафтные области и отдельные географические объекты локальных территорий становятся материальным воплощением мифических сил и героев, придуманных и интерпретированных многими поколениями живущих здесь людей.

В этой связи, на наш взгляд, можно говорить о формировании Сетумаа как специфической этнокультурной пространственной общности. Дальнейшее изучение этой общности может строиться на сравнении особенностей ее развития с аналогичными этнокультурными ареалами других финно-угорских народов. В особенности это относится к тем этносам, географическая разобщенность которых привела к формированию субэтнических культур на территориях, оказавшихся в относительной изоляции от основных этнических массивов. Также важным, на наш взгляд, направлением работы по изучению географического содержания фольклора сету является создание тематических крупномасштабных карт, отображающих элементы фольклорного наследия Сетумаа в связи с конкретными объектами местности.

Литература

1. Алексеев Ю. В., Манаков А. Г. Народ сету: между Россией и Эстонией. М.: Издательство «Европа», 2005. 104 с.
2. Историко-этнографические очерки Псковского края / Под ред. А. В. Гадло. Псков: ПОИПКРО, 1998. 315 с.
3. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года в отношении демографических и социально-экономических характеристик отдельных национальностей. [Электронный ресурс]: URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/results2.html
4. Леннарт Мери. Мост в белое безмолвие. Перевод с эстонского. М.: Советский писатель, 1984. 336 с.
5. Манаков А. Г. Динамика этнических и конфессиональных границ к юго-западу от Псковского озера до XX века: историко-географический анализ (к вопросу о происхождении сету) // Псковский регионологический журнал. № 11. Псков: ПГПУ, 2011. С. 132–143.
6. Манаков А. Г. На стыке цивилизаций: Этнокультурная география Запада России и стран Балтии. Псков: Изд-во ПГПИ, 2004. 296 с.
7. Манаков А. Г., Потапова К. Н. Изменение территории расселения сету с середины XIX в. по настоящее время // Псковский регионологический журнал. № 16. Псков: Псковский государственный университет, 2013. С. 117–126.
8. Манаков А. Г., Потапова К. Н. Этнодемографический портрет сету Печорского района Псковской области в начале второго десятилетия XXI века // Псковский регионологический журнал. № 13. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2012. С. 67–79.
9. Энциклопедия об Эстонии [Электронный ресурс]: URL: <http://www.estonica.org/ru/>
10. Setomaa. Vanem ajalugu muinasajast kuni 1920 aastani. Eesti Rahva Muuseum, Tartu, 2009.

**REFLECTION OF THE LANDSCAPE ITEMS OF SOUTH-EASTERN
ESTONIA AND PECHORA DISTRICT (PSKOV REGION)
IN THE SETU FOLKLORE HERITAGE**

The article presents examples of the description and interpretation of certain landscape elements in different genres of setu folklore. A long history of the territory reclamation and a great variety of landscapes promoted creating diverse mythological, poetical, song folklore works, and ceremonial traditions with rich geographical content by the population of the different parts of Setumaa.

Key words: cultural landscape, elements of natural landscapes, Setumaa folklore heritage.

УДК 911.2:574.2

Н. К. Теренина, Т. И. Немцева

**НОВОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
ПО КУРСУ «СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ»
(Слинчак А. И. Социальная экология (взаимодействие общества и
природы). Курс лекций. 2-е изд., испр. Псков: ПсковГУ, 2014. 100 с.)**

Представлена рецензия на учебное пособие «Социальная экология» для студентов вузов, проанализированы особенности его структуры и содержания.

Ключевые слова: социальная экология, природопользование, антропогенное преобразование природной среды.

В условиях роста экологического прессинга человечества на окружающую среду в XXI в., а с другой стороны, принимая во внимание растущую потребность в экологических знаниях, экологизацию практически всех областей знания и практической деятельности, особую актуальность получает проблема формирования целостного понимания основ взаимодействия общества и природы. Международный императив обеспечения экологической безопасности и сохранения окружающей среды для последующих поколений может быть реализован именно благодаря осознанию возможностей человечества в построении экологически выверенной стратегии взаимодействия общества и природы. В этой ситуации социальная экология как область знания и как научная дисциплина обретают особую актуальность.

Учебное пособие «Социальная экология» написано доцентом кафедры географии Псковского государственного университета А. И. Слинчаком на основе читаемых в течение ряда лет лекций для студентов и аспирантов, получающих образование по направлениям: география, экология и природопользование, экономическая, социальная и политическая география. Данное пособие входит в серию, которая открывается изданным автором ранее учебным пособием «Геоэкология и природопользование» по соответствующей дисциплине [1].

Несмотря на значительное увеличение количества изданий по социальной экологии, учебное пособие А. И. Слинчака значимо для преподавания данной дисциплины в вузе, так как содержит оптимально структурированный материал, отбирая из всей обширнейшей сферы экологических знаний именно те теории, концепции и положения, которые формируют глубокое и аргументированное понимание обучающимися социально-экологической проблематики.

Глобальным экологическим проблемам и самым общим вопросам взаимодействия социума и природы посвящена первая часть учебного пособия. Причем особенно удачным нам представляется выбор хронологического изложения данной проблематики, когда через анализ исторических этапов общественно-экономического и технологического развития человечества показано растущее давление на среду и возникновение таких социально-природных проблем, от решения которых зависит социальный прогресс человечества и сохранение цивилизации. Рост давления глобального социума на природную среду рассматривается также в контексте демо-

графических процессов — роста численности населения мира и его неравномерным распределением (примерно 70 % всех жителей планеты проживает на 7 % суши).

Наиболее полно социально-экологическое состояние рассмотрено автором на примере современной России. Автор показывает, что неблагоприятная экологическая ситуация в России является результатом преобладания ресурсоемких отраслей первичного сектора экономики, экстенсивных ресурсо- и энергоёмких технологий в производстве, а также несовершенной природоохранной политики. При сохранении подобных тенденций в течение длительного периода лишь обширность территории страны, треть которой еще практически не затронута хозяйственной деятельностью, спасает сегодня российскую природу от полной деградации.

Различным аспектам влияния деятельности человека на биосферу, частью которой он является, посвящен материал второй главы. В ней затронуты темы: «Человек и биосфера: реалии и перспективы», «Заповедное дело и проблемы природопользования», «Глобальный экологический кризис: миф или реальность?», «Экологическая ситуация и здоровье населения: эффект бумеранга», «Проблемы городов и поселений». Стоит отметить удачную интерпретацию автором темы «Города и проблема катастроф», в которой выделяются группы причин техногенных критических ситуаций или катастроф, приводятся и анализируются актуальные примеры. Внимание автора к проблемам влияния человека на климат городов, регионов и планеты в целом за счет загрязнения атмосферы и других сред позволяет осознать механизмы трансформации локальных воздействий человека на окружающую среду в глобальные изменения природных условий. Так, современные города, растущие численно и расширяющиеся территориально, можно рассматривать как основные очаги негативного воздействия на природу Земли. Цивилизация городов потребляет все больше ресурсов, а постоянный рост количества сжигаемого в энергетических целях топлива органического происхождения способствует повышению температуры у поверхности Земли, что обуславливает изменение климата как в региональном, так и в планетарном масштабах.

Наиболее интересна, на наш взгляд, третья глава, посвященная ретроспективному анализу сущности и последствий экологических кризисов в истории человечества. На разных исторически этапах хозяйственная деятельность человека неоднократно приводила к ухудшению природных условий, порождала локальные экологические кризисы. Еще древний человек, овладев огнем, применял его для уничтожения растительности, как в земледельческих, так и в охотничьих целях. При этом хищнически уничтожались флора и фауна на значительных территориях, что приводило к образованию пустынь. Овладев ядерными технологиями и полностью преобразовав ландшафты на обширнейших территориях, человечество сделало невозможным саморегулирование биосферы и поставило в зависимость от своих технологий и интеллекта само существование жизни на Земле.

Частный пример, приведенный автором в одном из подразделов — авария на Чернобыльской АЭС, позволяет наглядно представить одну из таких ситуаций, когда технологический сбой стал причиной ужасающей гуманитарной и экологической катастрофы на обширной территории. Этой теме также была посвящена одна из научных работ автора [3].

История свидетельствует, что научно-технический прогресс увеличивает возможности воздействия на окружающую среду, создавая предпосылки для возникновения крупных экологических кризисов. С другой стороны, этот же прогресс расширяет возможности предупреждения таких кризисов и предоставляет реальные перспективы оптимизации экологического состояния природы Земли и сбалансированного гармоничного сосуществования человечества и биосферы.

Значительное внимание в данном учебном пособии уделяется антропоэкологическим аспектам миграционных процессов. Социально-экологические проблемы часто вызывают миграции населения. Они возникают тогда, когда социум не удовлетворяет качественные и количественные параметры «вмещающего ландшафта». В четвертой главе «Социально-экологические аспекты миграции населения» эта проблема освещена достаточно подробно. Миграция населения является одной из важнейших проблем и рассматривается не только как простое механическое передвижение людей, но и сложный общественный процесс, затрагивающий многие стороны социально-экономической жизни и оказывающий влияние на хозяйственное развитие территорий.

«Стратегия устойчивости жизни» — заключительная часть учебного пособия — начинается с выделения взаимосвязанных переходных процессов глобального значения, призванных способствовать выживанию человечества. А. И. Слинчак рассматривает в этом разделе сущность демографического, экономического, технологического, этнического, социального и институционального переходов, ведущих к стабилизации экологической ситуации на нашей планете.

Определение потенциальной ёмкости территории — это одна из актуальных задач, исследуемых социальной экологией. Ранее автором в одной из статей рассматривалось понятие «экологической биоёмкости ландшафтов» [2]. Потенциальная ёмкость любой экологической или природно-ресурсной системы в данном случае оценивается в первую очередь через численность и плотность населения, при которых биосфера Земли и биоценозы локальных территорий смогут устойчиво существовать неопределенно долгое время. Потенциальная ёмкость территорий — не однозначная величина. Она зависит от технологического уровня цивилизации в той же мере, как и от ее численных характеристик.

Наряду с растущей угрозой деградации обширных территорий стран, где ресурсопользование ведется варварскими методами, а растущая численность населения нуждается во все больших ресурсах, тем не менее, эта концепция несет в себе и определенный оптимизм и надежду на возможность гармонизации сосуществования человечества и биосферы. Этому посвящен раздел «Пути решения глобальных экологических проблем», где освещаются положения концепции сбалансированного развития с позиций принятого еще в 1992 г. программного документа Конференции ООН по окружающей среде и развитию (в Рио-де-Жанейро). В завершающей части раздела излагаются основные положения этого важнейшего международного документа, а также рассматриваются законы и гипотезы устойчивого развития Альберта Аллена Бартлетта, американского физика и общественного деятеля, и другие базовые работы авторитетных авторов по проблемам устойчивого развития. Данные материалы содержат анализ возможных действий по поддержанию устой-

чивого существования и сбалансированного развития человечества, что обеспечит его выход на ноосферный путь развития.

Методическая часть работы представлена авторским тестом по курсу «Социальная экология», включающим 26 вопросов. Тест полностью соответствует содержанию курса, который представлен в данном учебном пособии.

В заключении необходимо отметить, что материал курса лекций, опубликованный А. И. Слинчаком, может быть применен при преподавании не только «Социальной экологии», но и других дисциплин близкого содержания или при углублении знаний по соответствующим разделам смежных по тематике дисциплин, например, «Основы экономической и социальной географии», «Социальная и экономическая география», «Геоэкология» и др. Нет сомнений, что издание найдет своего читателя не только среди студентов, учителей и преподавателей вузов, но и среди тех, кому не безразлична современная экологическая проблематика.

Литература

1. Слинчак А. И. Геоэкология и природопользование. Изд. 2-е, доп. Псков: Изд-во ПсковГУ, ООО «Логос Плюс», 2013. 206 с.
2. Слинчак А. И. Природные и антропогенные предпосылки развития ландшафтов Восточного Причудья // Псковский регионологический журнал. № 14. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2012. С. 85–89.
3. Слинчак А. И. Экологические и социальные последствия радиационной катастрофы на Чернобыльской АЭС // Псковский регионологический журнал. № 16. Псков: Изд-во ПсковГУ, 2013. С. 98–106.

N. Terenina, T. Nemtseva

NEW TRAINING MANUAL FOR THE COURSE "SOCIAL ECOLOGY" (Slinchack A. I. Social ecology (the interaction between society and nature). Lectures course. 2-nd ed., corr. Pskov: PskovSU, 2014. 100 p.)

The review of the manual for students of higher education institutions is presented in article "Social ecology ", features of its structure and the contents are analyzed.

Key words: *social ecology, environmental management, anthropogenous transformation of environment.*

МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И ИХ ПРЕПОДАВАНИЕ

УДК 378

Е. А. Ермак

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В МАГИСТРАТУРЕ

В статье идёт речь о выявлении особенностей организации самостоятельной деятельности обучающихся в магистратуре по направлению «Педагогическое образование». Прежде всего, внимание уделяется подготовке магистрантов профиля «Математическое образование», но отдельные приёмы управления самостоятельной деятельностью обучающихся в магистратуре оказываются эффективными и для работы с магистрантами других профилей подготовки.

Ключевые слова: самостоятельная деятельность; обучение в магистратуре; организация самостоятельной деятельности; исследовательские компетенции

Различным вопросам организации самостоятельной деятельности обучающихся в магистратуре, и, в частности, выявлению современных особенностей осуществления косвенного (непрямого) управления этой деятельностью в вузах Российской Федерации, уделяли внимание в своих трудах такие учёные, как В. М. Аникин, И. С. Батракова, Е. В. Бережнова, А. Н. Гамаюнова, Л. С. Капкаева, Л. К. Наумова, Б. Н. Пойзнер и др. [1, 2, 5, 6]. При этом, все они, в той или иной степени, вынуждены были обращаться в своих работах к такой важной составляющей профессиональной подготовки студента, осваивающего магистерскую программу (определённых направления и профиля), как наличие у него исследовательских компетенций. Эти компетенции уже должны быть сформированы на уровне, достаточном для анализа результатов ранее выполненных по рассматриваемой проблеме научных исследований, а также — для продуктивного использования современных научных методов в решении исследовательских задач. Вместе с тем, завершение обучения на бакалавриате далеко не всегда гарантирует готовности обучающегося к осознанной познавательной и исследовательской деятельности. Л. К. Наумова характеризует эту деятельность как «интеграционную деятельность, которая позволяет магистрантам достигать профессиональных компетентностей при партнёрском участии преподавателя в её планировании и оценке достижения намеченного результата» [6]. В. М. Аникин и Б. Н. Пойзнер, опираясь на результаты системного осмысления собственного опыта организации самостоятельной деятельности магистрантов, приходят к выводу: «Обучение в магистратуре — в идеале — воспроизводит, а иногда, к сожалению, пародирует исследовательскую деятельность молодого учёного. Первые шаги нацелены на освоение азов научной коммуникации» [1, С. 15].

Содержательной основой совершенствования практических приёмов самостоятельной деятельности, осваиваемых обучающимся в магистратуре, могут стать задания «на выбор», при выполнении которых требуется обоснование необходимости изучения того или иного предметного (междисциплинарного) содержания для достижения объективно нового либо субъективно, лично «открытого» результата самостоятельной исследовательской деятельности магистранта. «Разноголосица, звучащая, когда студенты обосновывают персональные смыслы освоения содержания, стимулирует их когнитивное саморазвитие» [1, С. 19].

Выбор процессуальных составляющих реализации самостоятельной деятельности каждого из магистрантов, имеющей целью совершенствование его исследовательской компетентности, должен осуществляться с опорой на реальные исследовательские склонности, предпочтения магистранта. Для этого преподаватель, который, например, организует работу магистрантов по освоению курса «Современные проблемы науки и образования», получив предварительные сведения о темах диссертационных исследований магистрантов, тщательно подбирает для каждого из них научную статью (сначала небольшую), близкую по рассматриваемой в ней проблеме исследованию магистранта. Источником таких статей может, в частности, служить электронный журнал, имеющий такое же название, как и курс — «Современные проблемы науки и образования». Магистрант должен выступить в роли научного рецензента предложенной статьи. Преподаватель инструктирует обучающегося в магистратуре с той степенью детальности, которая требуется в данном конкретном случае для получения продуманной, аргументированной рецензии. По содержанию она должна отражать системный взгляд рецензента как на актуальность проблемы, рассматриваемой автором в статье, так и на точность терминологии, чёткость выбора и формулировок «исследовательского аппарата», адекватность задачам исследования его методов, степень самостоятельности получения автором статьи новых научных результатов, достоверность выводов. При этом внешнее представление рецензии магистрантом не детерминируется преподавателем: это может быть устная рецензия в виде выступления перед группой магистрантов и преподавателем, либо — письменная рецензия, представленная в электронной форме или в обычном, «бумажном» варианте оформления. В любом случае, выполняя такие задания, обучающийся в магистратуре в той или иной степени «учится на чужих ошибках», анализируя способ представления научных результатов, выбранный автором рецензируемой статьи. Самостоятельная деятельность в качестве рецензента научной статьи помогает магистранту глубже осмыслить исследовательский аппарат собственной магистерской диссертации, которую ещё предстоит написать. Также преподавателем создаются благоприятные условия для того, чтобы обучающийся в магистратуре мог проследить связи своего исследования с современными проблемами науки, увидеть свои исследовательские задачи в широком методологическом контексте.

После того, как самостоятельная работа, основной (явной) целью которой является выработка у магистранта качеств ответственного, добросовестного рецензента научных статей, будет им выполнена, а результаты её обсуждены и оценены в условиях свободной дискуссии другими магистрантами и преподавателем,

становится уместным переход к анализу авторефератов диссертационных исследований. Учитывая существенную роль в жизни современного человека, и магистранта — в частности, разнообразных ресурсов глобальной сети, целесообразно воспитывать у него культуру использования этих ресурсов в процессе осуществления исследовательской деятельности. Так, авторефераты диссертаций удобно выбирать с использованием рубрики «Объявления о защитах диссертаций» официального сайта Высшей аттестационной комиссии Российской Федерации. При этом направление магистерской подготовки «Педагогическое образование» открывает дополнительные возможности использования достоверных интернет-источников в процессе совершенствования исследовательских компетенций магистранта. Прежде всего, уместно обращение к материалам, содержащимся на официальном сайте Министерства образования и науки Российской Федерации, к электронным версиям ведущих научных журналов, соответствующих направлению и профилю подготовки магистранта. Выбор магистрантом для анализа автореферата чьей-либо кандидатской диссертации обосновывается, во-первых, существенностью содержания этого автореферата для работы магистранта над собственной диссертацией, во-вторых, непосредственным интересом, который вызывает выбранная кандидатская диссертация у данного магистранта. Преподавателю при этом следует воспринимать его как человека, обладающего уникальным субъектным опытом, определёнными склонностями, предпочтениями в выборе исследовательского инструментария, форм представления полученных результатов и выводов и др. Сформулированные в автореферате положения, выносимые на защиту, сначала «чужие» магистранту, который выбрал этот автореферат, ему требуется наполнить «личностным» смыслом и выступить с защитой этих положений перед другими магистрантами и преподавателем. Как правило, магистранты заинтересованно, ответственно и творчески относятся к такому виду самостоятельной работы, готовят компьютерные презентации, иногда непосредственно в процессе представления результатов анализа содержания автореферата обращаются к ресурсам глобальной сети, к полному тексту диссертации, автореферат которой выбрали, к научным публикациям автора диссертации. Такая деятельность оставляет всё меньше места для формализма, бездумного имитаторства (иногда внешне очень эффектного!) в самостоятельной работе магистрантов.

Не претендуя на полноту рассмотрения всех особенностей организации самостоятельной деятельности обучающихся в магистратуре, следует указать ещё на существенный «развивающий» потенциал, заключённый в курсах по выбору для магистрантов профиля «Математическое образование». В частности, курс по выбору «Развитие пространственного мышления при изучении геометрии», снабжённый учебным пособием, содержащим конкретный математический и межпредметный (междисциплинарный) материал к каждому из занятий, представляет собой основу продуктивной самостоятельной деятельности магистрантов указанного профиля подготовки [3]. Содержание и структура пособия позволяют обучающимся в магистратуре с высокой степенью самостоятельности осваивать теоретические, психолого-педагогические, геометрические и межпредметные (междисциплинарные) основы деятельности по развитию пространственного мышле-

ния в процессе изучения геометрии различными категориями обучающихся. Также подробные указания, вопросы и задания, включённые в это пособие, дают магистранту возможность овладевать разнообразными практическими приёмами использования в конкретных педагогических и «жизненных» ситуациях методики развития навыков мысленного оперирования пространственными образами в соответствии с требованиями задачи, находить для себя в «избыточном», реально обеспечивающем ситуацию выбора, «банке» практических заданий именно те, которые в наибольшей степени согласуются как с индивидуальным маршрутом профессионального совершенствования магистранта, так и с возрастными и личностными особенностями пространственного мышления той категории обучающихся, о которых идёт речь в выбранном практическом задании. Краткое изложение в первой главе пособия теоретических положений магистрант может дополнить, обращаясь к указанной в пособии основной и дополнительной литературе, к содержанию рекомендуемых там же ресурсов глобальной сети. Список сформулированных в пособии примерных тем рефератов, подготовить и «защитить» которые преподаватель может предложить магистрантам, осваивающим курс «Развитие пространственного мышления при изучении геометрии», позволяет учесть их разнообразные общекультурные интересы, увлечения. «Магистранты убеждаются в том, какие ещё большие нереализованные возможности имеются в области совершенствования пространственных представлений различных категорий обучающихся с учётом как возрастных, так и индивидуальных особенностей их пространственного мышления. Методику развития пространственного мышления при обучении геометрии магистранты творчески осмысливают и затем применяют в групповых либо индивидуальных практико-ориентированных проектах профессиональной направленности» [4, С. 103].

Осмысление, изучение особенностей и поиск эффективных способов организации самостоятельной деятельности обучающихся в магистратуре, разумеется, нуждаются в продолжении. Процесс становления молодого исследователя должен быть наполнен содержанием, вызывающим у него живой интерес, тягу к познанию, получению новых научных результатов, и, напротив, освобождён от излишнего формализма, к сожалению, всё более проникающего в настоящее время в систему высшего образования нашей страны.

Литература

1. Аникин В. М., Пойзнер Б. Н. Провокация магистранта на вербализацию защищаемого научного положения как приём когнитивного менеджмента // Вестник Томского государственного университета. Томск, 2013. № 2. С. 15–20.
2. Гамаюнова А. Н. Организация самостоятельной работы магистрантов по направлению подготовки «Психолого-педагогическое образование» // Современные проблемы науки и образования. Москва, 2014. № 5. Часть 2. С. 193–194.
3. Ермак Е. А. Развитие пространственного мышления при изучении геометрии: Учебное пособие. Псков: Псковский государственный университет, 2014.
4. Ермак Е. А. О подготовке магистрантов к деятельности по развитию пространственного мышления обучающихся // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 3. Псков: Псковский государственный университет, 2013. С. 100–103.

5. Капкаева Л. С. Преемственность в организации самостоятельной работы студентов в условиях бакалавриата и магистратуры // Интеграция образования. Саранск: Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, 2012. С. 42–47.
6. Наумова Л. К. Организация самостоятельной работы магистрантов: Диссертация на соискание учёной степени кандидата педагогических наук. Санкт-Петербург, РГПУ имени А. И. Герцена, 2006.

E. Ermak

SOME PECULIARITIES OF ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN THE MASTER

The article goes on to identify features of the organization of independent work of students in the master in "Pedagogical education". First of all, attention is paid to training undergraduates profile "Mathematical education", but some techniques of management independent activities of students in the master may be effective also in work with students of other profiles training.

Key words: *independent activity, training courses, organization of independent activities, research competence.*

ИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОРТФОЛИО В РАМКАХ КУРСА ПО ВЫБОРУ «ПРИНЦИП СИММЕТРИИ И ЕГО УНИВЕРСАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ»

В работе представлено тематическое исследовательское портфолио на базе архитектурных сооружений г. Пскова и его реализация в рамках курса по выбору для студентов «Принцип симметрии и его универсальное значение». Показана важная роль данной технологии для развития общекультурных компетенций и их оценки.

Ключевые слова: портфолио, общекультурные компетенции, оценка.

Одним из приоритетных направлений модернизации общего образования является реализация в массовой педагогической практике идеи развития различных видов самостоятельной учебно-познавательной деятельности. Это означает осуществление реального перехода от жесткого, директивного управления учебной деятельностью к системе организации, поддержки и стимулирования познавательной деятельности, в которой учащийся выступает субъектом образовательного процесса.

В традиционной системе обучения основными критериями качества образования являются знания, умения и навыки. В современных педагогических технологиях в качестве одного из критериев рассматривается уровень способности человека к самореализации. В оценку учебной деятельности закладываются качества личности, необходимые для полноценного существования человека в современном обществе. В связи с этим перед преподавателем стоят новые задачи. Умению самостоятельно мыслить, адекватно оценивать собственные достижения и возможности, делать необходимые выводы относительно собственного самосовершенствования необходимо учить так же, как мы стремимся вооружить обучающихся знаниями, умениями и навыками.

Одной из актуальных на сегодня образовательных технологий, удовлетворяющих современным требованиям образования, является портфолио. В зарубежной образовательной практике портфолио применяется достаточно давно и представляет собой коллекцию работ и результатов учащегося, которые демонстрируют его усилия, прогресс и достижения в различных областях. Портфолио предусматривает выявление сформированности умений и навыков учащихся в ситуациях, максимально приближенных к реальной жизни.

К принципам такой технологии относят следующие:

1. Самооценка результатов (промежуточных, итоговых) овладения определенными видами познавательной деятельности.
2. Систематичность и регулярность самомониторинга.
3. Структуризация материалов, логичность и лаконичность всех письменных пояснений.
4. Аккуратность и эстетичность оформления.

5. Целостность, тематическая завершенность представленных в портфолио материалов.

6. Наглядность и обоснованность презентации портфолио [1].

Работа над портфолио предусматривает интеграцию знаний и умений, приобретаемых в процессе изучения академических дисциплин, профильной подготовки и участия в других видах деятельности. Поэтому его целесообразно использовать в рамках интегративных курсов. Содержание курса по выбору «Принцип симметрии и его универсальное значение», предлагаемого студентам различных факультетов, носит именно интегративный характер. В данном курсе математическое содержание дается во взаимосвязи с гуманитарными знаниями, в частности, из области искусства. Целью данного курса является расширение представлений студентов о симметрии и формирование умения выявлять принцип симметрии, различные ее виды в явлениях окружающей действительности, в частности, в древнерусской архитектуре.

В связи с этим, в качестве зачета студентам предлагается выполнить тематическое проблемно-исследовательское портфолио на базе реальных объектов — псковских храмов, которыми богат город.

Основные рубрики портфолио

1. План работы.
2. Эссе о выбранном объекте.
3. Факты из истории храма.
4. Фотогалерея.
5. Симметрия современного вида храма и его отдельных элементов.
6. Проблемные области.
7. Результаты исследования и выводы.
8. Варианты докладов.
9. Библиография.

Дополнительные рубрики

10. Это интересно.
11. Самоанализ работы.

Последние две рубрики выполняются по желанию. Их наличие в портфолио уже в определенной степени указывает на неформальное отношение к данной работе.

Чтобы помочь студенту выполнить такое самостоятельное исследование, ему предлагается план, в котором даны рекомендации по выполнению каждой из рубрик [2]. Следуя данному плану, студент учится проводить самостоятельное исследование, этапам работы над исследованием. Процесс работы над портфолио учит студента различным видам деятельности: целеполаганию, планированию, умению отбирать нужный материал, коммуникативности, применять полученные знания на конкретном объекте, делать выводы и выступать с докладом. Многое из вышеперечисленного можно отнести к требуемым стандартами образования общекультурным компетенциям. В связи с этим портфолио может стать одним из способов формирования общекультурных компетенций и в первую очередь компетентности решения проблем, которая тесно связана с самоорганизацией и самооценкой.

Для того, чтобы данный вид работы достигал своей цели и не выливался в обычный реферат, работу над портфолио необходимо проводить систематически

в течение курса. С этой целью работа над портфолио была разбита на несколько этапов:

I. Первая часть выступления по работе (первые три рубрики).

Обсуждение целей, плана работы и знакомство с краткой историей выбранного архитектурного сооружения. На этом этапе работы преподавателю следует обратить внимание студентов на постановку не формальных целей, изложенных в плане, а личностных, учитывая свои индивидуальные особенности.

II. Домашние задания, которые являлись составляющими частями рубрики «Симметрия и пропорция».

Студентам предлагались следующие домашние задания:

- 1) Вычленить плоские фигуры в здании и описать их симметрию;
- 2) Вычленить пространственные фигуры в храме и описать их симметрию;
- 3) Проанализировать симметрию бордюров и сетчатых орнаментов в здании;
- 4) Проанализировать здание на наличие неклассических видов симметрии и особенностей симметрии древнерусской архитектуры;
- 5) Найти наличие золотой пропорции в здании.

Данные виды работ направлены на развитие умения применить полученный теоретический материал к реальному объекту. Домашние работы проверялись преподавателем и проводились консультации отдельно с каждым студентом.

III. Итоговое выступление.

Студентам необходимо было собрать весь наработанный материал и выступить с докладом и презентацией по всей работе.

Перед выступлением работы просматривались преподавателем и проводились консультации, а также студенты заполняли так называемый трансфертный лист на одну из работ своих товарищей. Трансфертный лист представляет собой небольшую рецензию на работу. В нашем случае трансфертный лист выглядел следующим образом:

Наиболее удачным я считаю...	Можно еще поработать над...
Не кажется ли автору, что...	Я бы посоветовал...

Далее, учитывая рекомендации преподавателя и товарищей, студенты готовили итоговое выступление по работе.

Такая целенаправленная работа дает свои результаты. Как правило, студенты отмечают, что им нравится выполнять такую работу, она является для них новой и необычной, позволяет многое узнать и помочь развить в себе необходимые качества. Вот некоторые выдержки из работ этого года студентов 1 курса факультета иностранных языков:

«Эта работа позволила не только узнать об истории храма, но и открыла в нас способность анализировать храм с точки зрения геометрии»;

«В ходе проделанного исследования мы научились определять симметрию и пропорцию в архитектурных сооружениях. Теперь мы без труда сможем сказать,

симметрично ли здание, соблюдена ли в нём пропорция. На наш взгляд, данный навык помогает развивать эстетические чувства»;

«Мы расширили свой кругозор и пополнили знания»;

«В ходе работы мы научились анализировать и делать собственные выводы. Выполнять данную работу порой было действительно трудно, и не всегда было понятно, какой именно должен получиться конечный результат работы. Тем не менее, это было увлекательное и полезное задание. ... Надеемся, что опыт, полученный нами в этом исследовании, поможет и в дальнейшем обучении. А знания о симметрии отложатся в нашей памяти»;

«Благодаря этой работе мы углубились в разные дисциплины, Так же эта работа помогла нам раскрыть наш творческий потенциал. Мы немного расширили наш кругозор. Благодаря этой работе, нам известны многие интересные факты, связанные с этим храмом и городом».

«Благодаря работе, мы научились работать в команде и анализировать свои недостатки».

Следует также сказать об оценивании портфолио. Кроме того, что работа над портфолио может служить развитию многих необходимых качеств у студента, оно может служить и средством оценки данных качеств, так как при общении со студентами и проверке выполняемых работ преподаватель видит в некоторой степени процесс работы над портфолио. В дальнейшем планируется эту сторону оценки личностных качеств для данного портфолио разработать более тщательно.

В нашем случае оценка портфолио складывалась из нескольких частей:

1. Первая часть выступления.

Оценивалась в баллах преподавателем и студентами, слушающими выступление (итоговый балл являлся средним арифметическим всех оценок). Критерии оценки выступления: понятно, интересно слушать.

2. Домашние задания.

Оценивались преподавателем.

3. Итоговое выступление.

Оценивалось преподавателем и студентами. Критерии оценки: интересно слушать, логичность изложения, оформление презентации, оригинальность.

4. Оформление портфолио. Оценивалось преподавателем по следующим критериям: аккуратность выполнения, полнота отражения изученного материала.

Подводя итог, можно сказать, что технология портфолио актуальна на сегодняшний день в образовании и требует своей тщательной проработки в каждом конкретном случае.

Литература

1. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Под ред. Е. С. Полат. М.: Изд. центр «Академия», 2001. 272 с.
2. Лебедева С. В. Проблема общекультурной составляющей математического содержания в образовании // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 1. Псков: Издательство ПсковГУ, 2012. С. 123–128.

**FROM THE EXPERIENCE OF THE USE OF RESEARCH PORTFOLIO
IN THE ELECTIVE COURSE “THE PRINCIPLE OF SYMMETRY
AND ITS UNIVERSAL MEANING”**

The work presents a thematic research portfolio on the basis of Pskov architectural structures and its implementation in the framework of elective courses for students "The principle of symmetry and its universal meaning". The important role of this technology for the development of general cultural competence and evaluation has been shown.

Key words: *portfolio, general cultural competence, assessment*

КОНУСНОЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ В ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ

Для динамической, линейно — квадратичной, двухкритериальной проблемы рассматривается уточнённое по последовательности матриц решение. Это уточнение определяется на основе оценок ЛПР. Такой подход позволяет уменьшить неопределённость, а в пределе выявить единую целевую функцию. Матрица и соответствующий ей многогранный конус позволяют свести двухкритериальную проблему к стандартной задаче динамического управления.

Ключевые слова: динамическая многокритериальная задача, векторная оптимизация, уточнение по конусу.

Проблема принятия решений является одной из основных для человечества во все времена его существования. Недаром считается, что «качество принятых решений определяет качество жизни». Сталкиваясь повседневно с необходимостью выбирать тот или иной способ действий, человек использует при этом имеющиеся в его распоряжении логические возможности, проводя различные рассуждения, использует ассоциации, вспоминает аналогичные случаи, высказывает прогнозы, предположения, догадки, прибегает к интуиции, производит расчёты. При этом естественно стремление к таким решениям, которые приводят к наилучшим результатам. Такой выбор принято называть оптимальным.

По мере расширения и усложнения задач растёт потребность в научных способах выбора методов их решения. Это объясняется тем, что ошибки выбора в задачах большого масштаба или неоптимальные их решения приводят к огромным, а иногда и невосполнимым потерям. И это проблема нового времени, сто лет назад ошибочные решения не могли привести к катастрофе планетарного масштаба.

Научные подходы к проблеме нахождения оптимальных решений разрабатывались с древнейших времён. Однако только во второй половине двадцатого века возникли научные направления, для которых центральными являются вопросы о том, как человек принимает решения и как ему можно помочь в сложных задачах выбора. К группе таких дисциплин относятся исследование операций, кибернетика, искусственный интеллект. Отметим, что все они имеют математическое или, более широко, логическое основание. В них проблемы принятия решений рассматриваются с единых позиций, вне зависимости от области конкретного приложения. При этом выявляются общие черты и характеристики при принятии экономических, политических, социальных, технических и даже личных решений. Одной из таких моделей является многокритериальная динамическая задача.

Рассматривается линейно-квадратичная, динамическая двухкритериальная проблема

$$\Gamma = \left\langle \Sigma, U, \{J^{(i)}\}_{i=1,2} \right\rangle. \quad (1)$$

Здесь динамика управляемой динамической системы Σ описывается системой двух линейных дифференциальных уравнений

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} u(t, x). \quad (2)$$

Вектор состояния $x = (x_1, x_2) \in R^2$. Задан промежуток функционирования $t \in [0, 2]$. Скалярное управление с полной обратной связью имеет вид $u(t, x) = Q(t)x = q_1 x_1 + q_2 x_2$. Ограничения на управление отсутствуют. На реализованных траектории и управлении динамической системой $(x^*(t), u^*(t, x(t)))$ определены два критерия, заданные квадратичными функционалами, а именно,

$$J_1(u, 0, x_0) = -2x_1^2(2) - 3Cx_2^2(2),$$

$$J_2(u, 0, x_0) = -\int_0^2 u^2(t, x(t)) dt.$$

На содержательном уровне цель лица, принимающего решение (ЛПР), состоит в выборе такого управления $u(t, x) \in U$, при котором оба критерия примут возможно большие значения. Представленная задача является линейно-квадратичной, динамической двухкритериальной задачей.

В качестве решения задачи (1) будем рассматривать уточнённое по последовательности матриц решение. Это уточнение определяется на основе оценок ЛПР. Пусть эти предпочтения представлены стохастической матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 3/5 & 2/5 \\ 4/5 & 1/5 \end{pmatrix}.$$

Такая информация сокращает неопределённость относительно цели операции, но не снимает её полностью. Наилучший компромисс определяет левый собственный вектор матрицы A , а именно,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} A_n \cdot A_{n-1} \cdot \dots \cdot A_1 = \lim_{n \rightarrow \infty} A^n = A_0 = \begin{pmatrix} 2/3 & 1/3 \\ 2/3 & 1/3 \end{pmatrix}.$$

Компромиссное решение состоит в оценке важности критериев, как 2 : 1. Тогда уточнённое управление является решением линейно-квадратичной динамической задачи

$$\Gamma_{2/3} = \left\langle \Sigma, U, \rho_{2/3}(u, 0, x_0) \right\rangle,$$

$$\rho_{2/3}(u(t), 0, x_0) = \frac{2}{3} J^{(1)}(u(t), 0, x_0) + \frac{1}{3} J^{(2)}(u(t), 0, x_0).$$

На основе условий оптимальности Беллмана [2, С. 366–369] получаем уточнённое управление с полной обратной связью:

$$u^* = u^*(t, x) = -D^{-1}(\alpha) \cdot B^T(t) \cdot \Theta(t) \cdot x =$$

$$-(-\frac{1}{3})^{-1} \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} -3t + 6,25 & 1,5t^2 - 6,25t - 6,5 \\ 1,5t^2 - 6,25t - 6,5 & -t^3 + 6,25t^2 - 13t + 9,375 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} =$$

$$\frac{4,5t^2 - 18,75t - 19,5}{\Delta} x_1 + \frac{-3t^3 - 18,75t^2 - 39t - 28,125}{\Delta} x_2,$$

где $\Delta = 0,75t^4 - 6,25t^3 + 19,5t^2 - 28,125t + 16,34375$. Таким образом, в данном примере найдено управление, представляющее наилучшее компромиссное решение.

Наличие в задаче двух критериев является выражением неопределённости в системе, именно, неопределённости предпочтения ЛПР. В классификации неопределённостей в задачах управления она выделена в [3, С. 17] как «неопределённость, отражающая нечёткость знания игроками своих целей». Выявление единой целевой функции снимает эту неопределённость.

Рассматриваемый в работе процесс уточнения по последовательности конусов позволяет уменьшить неопределённость, а в пределе выявить единую целевую функцию. Такое уточнение существенно использует мнение ЛПР о соотношении между критериями. Эти мнения формализуются в форме матрицы предпочтений. Матрица и соответствующий ей многогранный конус позволяют свести двухкритериальную проблему к стандартной задаче динамического управления.

Литература

1. Матвеев В. А. Исследование конусной оптимальности в многокритериальной динамической задаче // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. № 5 (118). С. 56–62.
2. Пантелеев В. И., Бортаковский А. С. Теория управления в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 2003.
3. Жуковский В. И. Кооперативные игры при неопределённости и их приложения. М.: Эдиториал УРСС, 1999.

V. Matveev

CONE PREFERENCE IN THE DYNAMIC PROBLEM

For dynamic, linear-quadratic, two-criterion problem a solution by a sequence of matrices is considered. This refinement is based on estimates of the DM (decision maker). This approach reduces uncertainty and, in the limit level, reveals a united objective function. Matrix and the corresponding polyhedral cone allows us to reduce a two-criterion problem to the standard task of dynamic control.

Key words: dynamic multicriteria problem, vector optimization, refining by cone.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Актуальность темы обусловлена переходом высшей школы на федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО).

В данной работе представлены подходы по созданию электронного портфолио обучающегося, формирование которого должна обеспечить электронная информационно-образовательная среда образовательной организации.

Ключевые слова: портфолио, электронное портфолио, компетенция, результаты обучения.

Одним из общесистемных требований к реализации программ бакалавриата, прописанных в ФГОС ВО (ФГОС 3+) является следующее: «7.1.2 Электронная информационно-образовательная среда образовательной организации должна обеспечивать формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса» [1].

Таким образом, вопросы, связанные с разработкой структуры электронного портфолио, порядком его формирования, использования при промежуточной и итоговой аттестации представляются весьма актуальными. В данной работе будут представлены подходы к формированию структуры электронного портфолио студента.

Цель создания портфолио — представить документированные результаты учебной и внеучебной деятельности обучающегося, проследить его индивидуальный прогресс, достигнутый в процессе обучения, оценить его образовательные достижения и дополнить результаты традиционных форм контроля качества образования. Портфолио является одним из средств накопления индивидуальных результатов образования (особенно компетентностных составляющих этих результатов) и отражает все достижения студента / выпускника (учебные, внеучебные, профессиональные), удостоверяет фактические достижения и выступает как доказательное средство достигнутых результатов. Портфолио стимулирует активное и сознательное отношение самого обучающегося к процессу и результатам обучения, позволяет осуществлять самооценку достигнутых результатов. Портфолио отражает общественную деятельность и интеллектуальную сферу студента. Процесс создания портфолио способствует повышению самооценки студента, развитию мотивации к непрерывному обучению [2] Портфолио может содержать разделы, посвященные планированию будущих этапов обучения в соответствии с общей направленностью непрерывного образования. Это делает его рабочим инструментом, позволяющим эффективно контролировать, планировать и оценивать собственные образовательные достижения.

В портфолио могут включаться:

- сертифицированные (документированные) индивидуальные образовательные достижения за весь период обучения;
- творческие, проектные, исследовательские работы студента;
- отзывы о различных видах деятельности студента, представленные преподавателями, экспертами, сокурсниками, работодателями и др.;
- оценки, полученные в процессе обучения;
- письменный анализ самого студента своей деятельности и ее результатов, включая оценку и резюме, а также тексты заключений, рецензий, отзывов, эссе, рекомендательных писем и др.

К наиболее распространенным видам портфолио относятся [3]:

- портфолио достижений (наибольший акцент сделан на документы, подтверждающие успехи в той или иной деятельности);
- портфолио тематическое (наибольший акцент сделан на представление творческих работ в одной или нескольких сферах деятельности);
- портфолио презентационное (создается для представления при трудоустройстве, поступлении в учебные заведения);
- портфолио комплексное (содержит в себе элементы перечисленных выше видов портфолио).

По мере освоения учебных курсов портфолио пополняется достижениями студента в приобретении навыков и компетенций, необходимых для успешной деловой и академической карьеры. Таким образом, портфолио имеет двойное предназначение: оценка достигнутых образовательных результатов и оценка готовности к профессиональной карьере.

В рамках итоговой государственной аттестации должна проходить проверка соответствия достигнутых результатов обучения (освоенных компетенций) требованиям ФГОС ВО. Роль портфолио, которое формируется в течение всего периода обучения и представляется государственной экзаменационной комиссией, трудно переоценить. Портфолио является документом, который может повлиять на дальнейшую судьбу студента.

По мере развития информационных технологий наряду с традиционным бумажным представлением портфолио появилась новая форма — электронное портфолио.

Под электронным портфолио будем понимать организованную обучающимся на базе средств ИКТ совокупность документов, включающую результаты учебной и внеучебной деятельности, сертификаты, дипломы, отзывы, рецензии, полученные оценки.

Наиболее современная и удобная в использовании форма электронного портфолио — онлайн-портфолио, предполагающая размещение информации в сети Интернет. Ведение такого электронного портфолио обеспечивает доступ к персональным результатам вне зависимости от места работы или учебы, что позволит избежать ненужных трат времени и усилий для неоднократного сбора и представления одной и той же информации для различных целей.

Ресурсы, с помощью которых может быть организовано такое портфолио, могут быть различными: диски Google или Yandex, образовательные порталы и социальные сети и др. [4].

Онлайн-портфолио, как правило, предполагает:

- удобное размещение и представление пользователями своих достижений в цифровом формате в виде текстовых, графических и звуковых файлов, видео и анимационных роликов и пр.;
- наличие индивидуальных настроек безопасности (студент, ведущий портфолио, имеет возможность открыть доступ к портфолио или его разделам другим пользователям);
- ведение истории приобретения профессионального опыта и карьерного роста.

Рассмотрим подробнее, какие именно документы могут быть включены в электронное портфолио обучающегося (ЭПО).

Работы обучающегося, включённые в ЭПО, могут быть следующими: индивидуальные задания, контрольные работы, рефераты, доклады, сообщения, презентации, проектные и исследовательские работы, курсовые и выпускная квалификационная работы, отчёты по практикам, творческие работы и др.

В ЭПО могут быть включены различные *отзывы, характеристики, рецензии*: отзывы преподавателей, научного руководителя, работодателя, рецензии на выполненные курсовые и выпускную квалификационную работы, характеристики руководителей практик, куратора и др.

В ЭПО целесообразно включать различные *официальные документы*: грамоты, дипломы, свидетельства, удостоверения, сертификаты и другие документы, демонстрирующие высокую результативность в той или иной области деятельности.

ЭПО должно содержать оценки, полученные студентом в процессе образовательной деятельности. На наш взгляд целесообразно включать в ЭПО результаты сформированности компетенций на основании самооценки и экспертной оценки.

Возможны два подхода к созданию ЭПО: наполнение портфолио происходит

- по этапам (курсам) обучения
- по видам деятельности.

В первом случае комплексное электронное портфолио может иметь следующую структуру:

- Портрет на входе:
 - Информация об авторе портфолио;
 - Результаты входной оценки.
- Итоги *i*-го курса:
 - Учебная деятельность;
 - Внеучебная деятельность;
 - Сформированность компетенций:
 - результаты оценки (экспертной, внешней);
 - итоги самооценки.
 - Рефлексия.
- Портрет на выходе.

Остановимся на краткой характеристике разделов.

Портрет на входе

Информация об авторе портфолио может включать: фамилию, имя, отчество обучающегося, направление подготовки, профиль, форму обучения, год поступления и т. п. Кроме этого могут быть размещены автобиография, фотография, результаты ЕГЭ, достижения в разных видах деятельности, лучшие работы и др.

В период адаптационной недели портфолио дополняется *результатами входной оценки*: тестирований, анкетирований, психологических диагностик, самооценки уровня сформированности общекультурных компетенций и др. [5–8].

Итоги i-го курса

На каждом курсе обучения студент собирает в портфолио достигнутые результаты.

Учебная деятельность. В этой рубрике собирается информация о результатах сданных коллоквиумов, зачетов, экзаменов, результаты рейтингового контроля, творческие, проектные, исследовательские работы студента, прохождения факультативных курсов, различного рода практик и др.

Внеучебная деятельность. Эта рубрика содержит информацию об участии студента в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, студенческом самоуправлении, кружках, волонтерском движении, культурно-массовых и спортивных мероприятиях, проводимых на факультете, в университете, городе, области и т. д. Формы представления подтверждающих документов могут быть различными: грамоты, сертификаты, благодарственные письма, значки, медали, фотографии, видеозаписи.

Сформированность компетенций. В этой рубрике собираются результаты оценки уровня сформированности компетенций, представленные преподавателями, тьютором, студентами, работодателями и др., а также результаты самооценки.

Рефлексия. В портфолио могут быть включены письменный анализ студентом своей деятельности и ее результатов, самооценка, планирование будущих этапов обучения и т. п.

В разделе **Портрет на выходе** могут быть представлены наиболее значительные достижения студента, резюме, содержащее оценку готовности студента к профессиональной деятельности и итоговый уровень сформированности компетенций.

Динамические оценки сформированности и развития различных компетенций студента за период обучения могут быть представлены в виде таблицы (см. табл. 1).

Таблица 1

Компетенции	Оценка во времени					
	исх. сост.	1 этап	2 этап	3 этап	4 этап	итог
ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ						
ОК-1: обладает способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции						
...						
ОК-9: ...						
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ						
ОПК-1: ...						
...						

При создании ЭПО по видам деятельности (второй подход) можно использовать следующую структуру:

- 1) общая информация;
- 2) сформированность компетенций;
- 3) рубрики по видам деятельности;
- 4) итоговое резюме.

Остановимся подробнее на возможном наполнении каждого раздела.

Первый раздел — общая информация — заполняется как и в первом подходе.

Второй раздел — сформированность компетенций — содержит информацию об оценке уровня сформированности компетенций обучающегося, самооценке с обоснованием и подтверждением работами и документами (ссылки на соответствующие работы и документы).

В третьем разделе — рубрики по видам деятельности — могут быть выделены следующие подразделы:

– учебная деятельность — обучающийся размещает документы (работы, рецензии, оценки), демонстрирующие результативность в учебной деятельности в рамках основной программы, а также документы, демонстрирующие полученное дополнительное образование, пройденные курсы, тренинги и т. п.;

– опыт практической и/или профессиональной деятельности — отчёты о прохождении производственных практик, выписки из трудовой книжки, свидетельства, подтверждающие уровень квалификации, отзывы и оценки руководителей практик, работодателей и т. п.;

– научная деятельность включает результаты обязательной НИРС (курсовые и выпускная квалификационная работы) и дополнительной (участие в качестве исполнителя НИР, исследовательские работы, публикации, участие в научных конференциях, олимпиадах, семинарах и др.);

– другие виды деятельности: общественная, спортивная, культурно-творческая, волонтерская и др. (по усмотрению студента).

Четвёртый раздел — итоговое резюме — содержит письменный анализ обучающимся своей деятельности и её результатов, оценку готовности к профессиональной карьере. Может быть представлен в форме заключения, рецензии, отзыва, резюме, эссе, рекомендательного письма и проч.

В конце каждого этапа обучения студенты представляют свои портфолио экспертам, которые, руководствуясь сформулированными критериями, оценивают портфолио. Можно предоставить студентам возможность поделиться опытом формирования портфолио. На итоговой государственной аттестации каждый студент защищает созданное, сформированное за весь период обучения портфолио.

Электронное портфолио является не только современной эффективной формой самопрезентации и самооценки результатов образовательной деятельности студента, но и способствует усилению мотивации к образовательным достижениям, формированию рефлексивных умений, умений объективно оценивать уровень своих профессиональных компетенций, приобретению опыта в общении и деловой конкуренции; развитию профессиональных компетенций, повышению конкурентоспособности будущего специалиста.

Портфолио — это способ аутентичного оценивания подготовленности студента, фиксирования, накопления и оценки его индивидуальных достижений за определенный период обучения для безотметочной оценки учебных успехов и научных достижений, дающих представление об уровне сформированности компетенций, готовности к профессиональной карьере.

ЭПО может служить основой карьерного портфолио продвижения (технологией планирования карьеры), может рассматриваться как весомый фактор при зачислении в магистратуру, при поступлении на работу.

Создание портфолио — интересный и творческий процесс, позволяющий собрать в одном месте результаты, достигнутые студентом в разнообразных видах деятельности (учебной, творческой, общественной) за время обучения, систематизировать их и представить в выгодном свете (наиболее удачно).

Для эффективного использования портфолио необходимо обеспечить его достоверность, прозрачность его наполнения и результатов оценивания, создание отработанной и единой критериальной базы и способов оценивания проектной, творческой, исследовательской деятельности студента, социальной активности, лидерских качеств и коммуникативных умений.

Литература

1. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата. [Электронный ресурс]: URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4>
2. Михайлова Н. С., Минин М. Г., Муратова Е. А. Разработка фонда оценочных средств в проектировании образовательных программ: учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 204 с.
3. Козловская Е. В., Лапина Т. Д., Печникова М. А., Пученькина Н. Н., Семахина Т. Л. Портфолио как средство оценки и развития профессиональной деятельности сотрудников образовательного учреждения. [Электронный ресурс]: URL: <http://festival.1september.ru/articles/415409/> Фестиваль педагогических идей «Открытый урок»
4. Панюкова С. В., Гостин А. М., Кулиева Г. Создание веб-портфолио студента: Методические рекомендации: учеб. пособие. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2013. 22 с.

5. Медведева И. Н., Мартынюк О. И., Панькова С. В., Соловьева И. О. Мониторинг формирования общепрофессиональных компетентностей студентов физико-математического факультета // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 4. Псков: ПГПУ, 2008. С. 108–121.
6. Медведева И. Н., Мартынюк О. И., Панькова С. В., Соловьева И. О., Шинкарёва А. А. Исследование мотивации и готовности студентов к участию в реализации компетентностного подхода к результатам их образования // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 10. Псков: ПГПУ, 2010. С. 74–91.
7. Медведева И. Н., Мартынюк О. И., Панькова С. В., Соловьева И. О., Шинкарёва А. А. Самооценка сформированности компетенций студентов первого курса физико-математического факультета в условиях реализации ФГОС ВПО // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 1. Псков: Издательство ПсковГУ, 2012. С. 129–146.
8. Медведева И. Н., Мартынюк О. И., Панькова С. В., Соловьева И. О. Из опыта оценки сформированности компетенций студентов первого курса физико-математического факультета // Компетентностный подход в образовательном процессе: реализация, проблемы, перспективы. Сборник материалов Международной научно-практической конференции 16–17 ноября 2012 года. Псков-Рига, 2012. С. 180–189.

I. Medvedeva, O. Martynyuk, S. Pan'kova, I. Solovyova

ON THE FORMATION OF STUDENT'S ELECTRONIC PORTFOLIO

Relevance of the topic is due to the transition of higher education into federal state educational standards (FSES FGOS 3+).

This paper presents approaches for creating e-learning portfolio, the formation of which must be provided by electronic information educational environment of educational organization.

Key words: *portfolio, electronic portfolio, competence, learning outcomes.*

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ТОРГОВОЙ ПОЛИТИКИ

Каков оптимальный набор инструментов торговой политики? Обычно правительства делают выбор между такими инструментами, как квоты, тарифы, прямое или скрытое субсидирование. В статье анализируется возможность использования универсального набора инструментов торговой политики в виде модифицированной двухчастной торговой политики.

Ключевые слова: модели торговой политики, тарифы, квоты, субсидии.

Какими бы убедительными ни были рассуждения в пользу свободной торговли, торговые барьеры всё же существуют. Обычно торговые барьеры выступают в форме протекционистских тарифов, квот, нетарифных барьеров и добровольных ограничений экспорта.

Классический вопрос в теории политики международной торговли касается эффекта тарифов и квот или эффекта разнообразия возможных политик. Например, в работе [1] показано, что квоты могут доминировать над тарифами. Используя двухшаговую игровую модель с двумя фирмами, производящими товары-заменители, Eaton и Grossman [2] нашли, что при определённых условиях регулярности, обеспечивающих единственность и устойчивость равновесия, оптимальным выбором будет:

- введение экспортных налогов, если разность между ожиданиями местного производителя о поведении партнёра и истинным его поведением отрицательна;
- введение экспортных субсидий в случае, если эта разность положительна.

В дополнение к выбору между тарифами и квотами, имеются много других близко связанных проблем. Так при несовершенной конкуренции Brander и Spencer [3] показали, что определенные и стоимостные тарифы не эквивалентны и их относительная привлекательность зависит от функциональной формы спроса и других очень определенных аспектов модели. В целом в этих работах [1–3] показано, что квоты и тарифы — это разные выборы. Однако имеется возможность использования квот и тарифов как дополнения друг друга, а не замены. Так двухчастная политика предусматривает рассмотрение импортной лицензии для входа на рынок наряду с тарифом за единицу импорта. Впервые такая политика была представлена Oi в классическом анализе ценовой дилеммы Диснейленда [4]. Для случая одного рынка с однородными функциями издержек в работе [5] рассмотрена двухчастная торговая политика при полной, но несовершенной информации. В модели рынка одной страны найдены условия, когда оптимальная двухчастная торговая политика доминирует над простым тарифом и простой квотой. Это справедливо и для правительства, заинтересованного только максимизацией дохода, и для доброжелательного правительства, заинтересованного максимизацией общественного благосостояния. Эффект возникает потому, что большая плата за импортную лицензию налагает

меньшее количество искажений, чем тариф. Правительство может достигать нейтрального дохода, понижая текущие тарифные ставки и возмещая потерянный доход платой за лицензию. Имеются исследования [6] двухчастной торговой политики для случая взаимных рынков. В работах [7, 8] изучено влияние асимметричной информации о затратах на двухчастную торговую политику и на выбор эффективных торговых режимов.

Модель. Рассмотрим базовую модель обоюдных рынков при двухчастной торговой политики. Имеется две страны, одна домашняя, другая иностранная. Имеется N домашних и N^* иностранных фирм, производящих однородный товар. Пусть q_i — уровень производства i -й домашней фирмы на домашний рынок; v_j — уровень экспорта j -й иностранной фирмы на домашний рынок. Соответственно используем обозначение звёздочкой, чтобы обозначить переменные, которые связаны с иностранным рынком. Пусть q_i^* — уровень экспорта i -й домашней фирмы на иностранный рынок; v_j^* — уровень производства j -й иностранной фирмы на иностранном рынке. Тогда полные продажи в этих двух странах равны Q и Q^* :

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i + \sum_{j=1}^{N^*} v_j, \quad (1)$$

$$Q^* = \sum_{i=1}^N q_i^* + \sum_{j=1}^{N^*} v_j^*. \quad (2)$$

Известны обратные функции спроса в домашней и иностранной стране $p(Q), p^*(Q^*)$, где $p, p^* \in C^2$; $p' < 0$, $(p^*)' < 0$. Известны $c_i(q_i)$ — функция издержек i -й домашней фирмы; $c_j^*(q_j^*)$ — функция издержек j -й иностранной фирмы, где $c_i \in C^2, c_i' > 0, c_i'' > 0$ и $c_j^* \in C^2, (c_j^*)' > 0, (c_j^*)'' > 0$.

Экономический результат деятельности фирм определяется соответствующими функциями прибыли:

$$\pi_i = p(Q)q_i - c_i(q_i + q_i^*) + p^*(Q^*)q_i^* - t^*q_i^* - e^*, \quad i = 1, \dots, N, \quad (3)$$

$$\pi_j^* = p^*(Q^*)v_j^* - c_j^*(v_j + v_j^*) + p(Q)v_j - tv_j - e, \quad j = 1, \dots, N^*, \quad (4)$$

где e, e^* — плата за лицензию домашнему и иностранному правительству соответственно; t, t^* — тариф за единицу продукции, накладываемый на домашние и иностранные фирмы соответственно.

Обозначим векторами $z = (e, \bar{v}, t)$, $z^* = (e^*, \bar{q}, t^*)$ двухчастные торговые политики домашнего и иностранного правительства (здесь \bar{v}, \bar{q} — квоты на домашние и импортные фирмы). Тогда очевидно $z = (e, \bar{v}, 0)$ — простая квота; $z = (0, \infty, t)$ — простой тариф.

Цели правительства определяются функциями:

1) для правительства первого типа:

$$G(t, t^*) = \sum_{j=1}^{N^*} \{p v_j(t, t^*) - c^*(v_j(t, t^*))\}, \quad (5)$$

(доход домашнего правительства)

$$G^*(t, t^*) = \sum_{i=1}^N \{p^* q_i^*(t, t^*) - c(q_i^*(t, t^*))\}, \quad (6)$$

(доход иностранного правительства)

2) для правительства второго типа

$$W(t, t^*) = \int_0^{Q(t, t^*)} p(s) ds - \sum_{i=1}^N c(q_i(t, t^*)) - \sum_{j=1}^{N^*} c^*(v_j(t, t^*)), \quad (7)$$

(общественное благосостояние домашней страны)

$$W^*(t, t^*) = \int_0^{Q^*(t, t^*)} p^*(s) ds - \sum_{i=1}^N c(q_i^*(t, t^*)) - \sum_{j=1}^{N^*} c^*(v_j^*(t, t^*)), \quad (8)$$

(общественное благосостояние иностранного государства).

Правительство 1-го типа максимизирует свой доход. При этом уровень оптимальной двухчастной политики определяется условиями равенства нулю дохода от продаж иностранных фирм. Правительство 2-го типа максимизирует общественное благосостояние, состоящее из суммы излишка потребителя, прибыли внутренней фирмы и собственных доходов от налога. При этом уровень оптимальной двухчастной политики определяется условиями равенства нулю дохода от продаж иностранных фирм.

В качестве основной модели рассмотрим двухшаговую игру с полной, но несовершенной информацией. На первом шаге игроки 1 и 2 (домашнее и иностранное правительства) одновременно выбирают свои стратегии и сообщают их $N+N^*$ игрокам (N -домашним и N^* иностранным фирмам), которые на втором шаге одновременно выбирают свои стратегии. Ранее было доказано существование совершенного подыгрового равновесия Нэш в такой игре [6]. Кроме того, установлено что с увеличением параметра затрат значение правительственного дохода вначале возрастает за счёт большей величины субсидии (эти затраты правительства компенсируют высокой положительной платой за лицензию), а затем доход уменьшается, поскольку затраты фирм возрастают настолько, что правительства не могут компенсировать затраты по субсидированию платой за лицензию. В этом случае все фирмы имеют одинаковую структуру затрат, поэтому правительство использует двухчастную стратегию для поощрения внешних фирм вести себя как монолитный Стакельберг лидер на второй стадии игры. Это подразумевает, что максимизирующий тариф за единицу продукции является либо отрицательным (когда затраты фирм высоки при любом количестве фирм), либо положительным (когда затраты фирм малы, а число внешних фирм большое). Эти стимулы меняются в случае правительства W , которое также заинтересовано излишком потребителя. В частности, правительство второго типа будет всегда выбирать субсидию для поощрения внешних фирм, чтобы стимулировать общее производство. Это ситуация возможна за счет высокой платы за лицензию. При этом, если затраты фирм высоки (внутрен-

них и внешних), то на внутреннюю фирму накладывается положительный тариф (внутренние фирмы не покупают лицензию).

Модифицированная двухчастная торговая политика. Предлагается применять двухчастную торговую политику не только к иностранным, но и к местным фирмам $(\tilde{e}, \tilde{q}, \tau)$, $(\tilde{e}^*, \tilde{v}, \tau^*)$. Так определяется модифицированная двухчастная торговая политика $\tilde{z} = (e, \bar{q}, t, \tilde{e}, \tilde{q}, \tau)$, $\tilde{z}^* = (e^*, \bar{v}, t^*, \tilde{e}^*, \tilde{v}, \tau^*)$.

При этом данная торговая политика обобщает многие существующие торговые политики:

- 1) $\tilde{z}_0 = (0, \infty, 0, 0, \infty, 0)$ — свободная торговля;
- 2) $\tilde{z}_1 = (0, \infty, t, 0, \infty, 0)$ — простой тариф;
- 3) $\tilde{z}_2 = (e, \bar{q}, 0, 0, \infty, 0)$ — простая квота;
- 4) $\tilde{z}_3 = (e, \bar{q}, t, 0, \infty, 0)$ — двухчастная торговая политика на иностранную фирму;
- 5) $\tilde{z}_4 = (0, \infty, 0, 0, \infty, \tau)$, $\tau < 0$ — субсидирование экспорта;
- 6) $\tilde{z}_5 = (0, \infty, 0, \tilde{e}, \tilde{q}, 0)$ — добровольное экспортное ограничение;
- 7) $\tilde{z}_6 = (0, \infty, 0, \tilde{e}, \tilde{q}, \tau)$ — двухчастная торговая политика на домашнюю фирму;
- 8) $\tilde{z}_7 = (0, \infty, 0, \tilde{e}, \tilde{q}, \tau)$, $\tau < 0$, $\tilde{e} > 0$ — экспортные кредитные субсидии.

В этом случае изменяются функции выигрыша фирм:

$$\tilde{\pi}_i = p(q)q_i - c_i(q_i) + p^*(Q^*)q_i^* - c_i(q_i^*) - t^*q_i^* - e^* - \tau q_i - \tilde{e}, \quad i = 1, \dots, N \quad (9)$$

$$\tilde{\pi}_j^* = p^*(Q^*)v_j^* - c_j^*(v_j^*) + p(Q)v_j - c_j^*(v_j) - tv_j - e - \tau^*v_j^* - \tilde{e}^*, \quad i = 1, \dots, N^* \quad (10)$$

Изменяются целевые функции правительства:

$$\begin{aligned} \tilde{G}(t, \tau, t^*, \tau^*) = & \sum_{j=1}^{N^*} \{pv_j(t, \tau, t^*, \tau^*) - c^*(v_j(t, \tau, t^*, \tau^*))\} + \\ & + \sum_{i=1}^N \{pq_i(t, \tau, t^*, \tau^*) - c(q_i(t, \tau, t^*, \tau^*))\} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \tilde{G}^*(t, \tau, t^*, \tau^*) = & \sum_{i=1}^N \{p^*q_i^*(t, \tau, t^*, \tau^*) - c(q_i^*(t, \tau, t^*, \tau^*))\} + \\ & + \sum_{j=1}^{N^*} \{p^*v_j^*(t, \tau, t^*, \tau^*) - c^*(v_j^*(t, \tau, t^*, \tau^*))\} \end{aligned} \quad (12)$$

$$W(t, \tau, t^*, \tau^*) = \int_0^{Q(t, \tau, t^*, \tau^*)} p(s)ds - \sum_{i=1}^N c(q_i(t, \tau, t^*, \tau^*)) - \sum_{j=1}^{N^*} c^*(v_j(t, \tau, t^*, \tau^*)) \quad (13)$$

$$W^*(t, \tau, t^*, \tau^*) = \int_0^{Q^*(t, \tau, t^*, \tau^*)} p^*(s)ds - \sum_{i=1}^N c(q_i^*(t, \tau, t^*, \tau^*)) - \sum_{j=1}^{N^*} c^*(v_j^*(t, \tau, t^*, \tau^*)) \quad (14)$$

Покажем, что для правительства 1-го типа оптимальная модифицированная двухчастная политика ни при каких условиях не будет субсидией.

Предположим, что известны обратные функции спроса на домашнем и иностранном рынке и функции затрат фирм:

$$p(Q) = 1 - Q, \quad Q = q_1 + q_2;$$

$$p(Q^*) = 1 - Q^*, \quad Q^* = q_1^* + q_2^*;$$

$$C_1(q) = c \cdot q; \quad C_1^*(q) = c \cdot q.$$

В этом случае оптимальная модифицированная двухчастная политика определяется соотношениями:

$$t + \tau = \frac{1-c}{2} > 0; \quad t^* + \tau^* = \frac{1-c}{2} > 0; \quad (15)$$

$$q_1 = \frac{1-c}{2} - \tau; \quad q_1^* = \frac{1-c}{2} - t^*; \quad q_2 = \frac{1-c}{2} - t; \quad q_2^* = \frac{1-c}{2} - \tau^*. \quad (16)$$

Лемма 1. В случае линейных затрат и линейных обратных функций спроса существует бесконечное число оптимальных модифицированных двухчастных торговых политик, максимизирующих правительственные доходы. При этом возможен случай, когда внутреннее производство не равно нулю и невозможен случай субсидии.

Доказательство. Так как мы имеем бесконечное число решений уравнений (15), то существует бесконечное число оптимальных модифицированных двухчастных торговых политик, максимизирующих правительственные доходы. Пусть $t < 0$ (субсидия), тогда из (15) $\tau > \frac{1-c}{2}$, а из (16) $q_1 = \frac{1-c}{2} - \tau < 0$. Но выпуск фирм не может быть отрицательным, значит $\tau \geq 0$, т. е. субсидия невозможна.

Покажем, что для правительства второго типа оптимальная модифицированная политика является субсидией.

Предположим, известны обратные функции спроса на домашнем и иностранном рынке и функции затрат фирм:

$$p(Q) = 1 - Q, \quad Q = q_1 + q_2;$$

$$p(Q^*) = 1 - Q^*, \quad Q^* = q_1^* + q_2^*;$$

$$C_1(q) = c \cdot q; \quad C_1^*(q) = c \cdot q.$$

В этом случае оптимальная модифицированная двухчастная политика определяется соотношениями:

$$t + \tau = -(1-c) < 0; \quad t^* + \tau^* = -(1-c) < 0; \quad (17)$$

$$q_1 = -\tau; \quad q_1^* = -t^*; \quad q_2 = -t; \quad q_2^* = -\tau^*. \quad (18)$$

Лемма 2. В случае линейных затрат и линейных обратных функций спроса существует бесконечное число модифицированных двухчастных торговых политик (в виде субсидии), максимизирующих общественное благосостояние. При этом возможен случай, когда внутреннее производства представляют собой конкурентный уровень производства.

Доказательство. Так как мы имеем бесконечное число решений уравнений (17), то существует бесконечное число оптимальных модифицированных двухчаст-

ных торговых политик, максимизирующих общественное благосостояние. Пусть $t > 0$, тогда из (18) $q_2 < 0$. Но выпуск не может быть отрицательным, значит $t \leq 0$. Аналогично $\tau \leq 0$, $t^* \leq 0$, $\tau^* \leq 0$. При этом из (17) следует, что t, τ и t^*, τ^* не равны нулю одновременно, т. е. оптимальная политика всегда субсидия.

Выбор инструментов торговой политики. Рассмотрим трёхшаговую игру. На первом шаге домашнее и иностранное правительства выбирают инструмент торговой политики из набора 1)–8), на втором шаге правительства задают конкретное значение параметров, выбранной торговой политики, после этого домашние и иностранные фирмы выбирают оптимальные выпуски на внутренний и внешний рынок.

Предположим, что известны обратные функции спроса на домашнем и иностранном рынке и функции затрат фирм:

$$p(Q) = 1 - Q, \quad Q = q_1 + q_2;$$

$$p(Q^*) = 1 - Q^*, \quad Q^* = q_1^* + q_2^*;$$

$$C_1(q) = 0,1 \cdot q; \quad C_1^*(q) = 0,1 \cdot q.$$

При этом политику определяют правительства 2-го типа (максимизируют общественное благосостояние).

Анализ результатов взаимодействий различных инструментов торговых политик показывает, что оптимальной торговой политикой будет двухчастная торговая политика или модифицированная торговая политика. При этом для случая $(\tilde{z}_5, \tilde{z}_5^*)$ существует бесконечное число оптимальных торговых политик, которые определяются из условия $t + \tau = -0,9$; $t^* + \tau^* = -0,9$. Двухчастная торговая политика и модифицированная двухчастная торговая политика эквивалентны относительно максимума общественного благосостояния. Однако при модифицированной двухчастной торговой политике значительно ниже плата за лицензию, а прибыль отлична от нуля.

Предположим, что известны обратные функции спроса на домашнем и иностранном рынке и функции затрат фирм: $p(Q) = 1 - Q$, $Q = q_1 + q_2$; $p(Q^*) = 1 - Q^*$, $Q^* = q_1^* + q_2^*$; $C_1(q) = 0,5 \cdot q^2$; $C_1^*(q) = 0,5 \cdot q^2$. При этом политику задают правительства 2-го типа (максимизируют общественное благосостояние).

Анализ результатов взаимодействий различных инструментов торговых политик показывает, что оптимальной торговой политикой в этом случае будет двухчастная торговая политика. При модифицированной двухчастной торговой политике прибыль фирм больше, рыночная цена товара ниже, чем для других инструментов.

Каков оптимальный набор инструментов торговой политики? В статье проанализирована возможность одновременного применения правительством квоты (с платой за соответствующую лицензию) и тарифа. Использование квот и тарифов как дополнение друг друга позволяет проводить торговую политику, которая доминирует с точки зрения эффективности над другими инструментами торговой политики. При этом качественные результаты анализа зависят от типа правительства (максимизирующего свой доход или общественное благосостояние), рыночной

структуры и структуры издержек фирм. При этом модифицированная торговая политика предполагает применение двухчастной торговой политики и к внутренним производителям (модифицированная двухчастная торговая политика), что в олигопольном случае приводит к субсидии (включая и импортных производителей). В случае максимизации правительством своего дохода оптимальная модифицированная двухчастная политика ни при каких условиях не будет субсидией.

Результаты сравнения различных инструментов торговой политики показывают, что двухчастная модифицированная политика является доминирующей.

Литература

1. Cassing J. H., Hillman A. L. Political Influence Motives and the Choice between Tariffs and Quotas // Journal of International Economics. 1985. V. 19. P. 279–290.
2. Eaton J., Grossman G. M. Optimal Trade and Trade Policy under Oligopoly // Quarterly Journal of Economics. 1986. V. 101. P. 383–406.
3. Brander J. A., Spencer B. J. Trade warfare: Tariffs and cartels // Journal of International Economic. 1984. V. 16. P. 227–242.
4. Oi W. Y. A Disneyland Dilemma: Two-Part Tariffs for a Mickey Mouse Monopoly // Quarterly Journal of Economics. 1971. V. 85. P. 77–90.
5. Fuerst T. S., Kim K. H. Two-Part Trade Policy under Imperfect Competition // Review of International Economics. 1997. V. 5 (1). P. 63–71.
6. Мельник В. Н. Оптимальные инструменты торговой политики // Экономическая школа. Альманах. 2011. Т. 7. Международная экономика / Отв. ред. А. П. Киреев, В. Д. Матвеев. СПб.: «Экономическая школа» НИУ ВШЭ, 2011. С. 243–265.
7. Мельник В. Н. О влиянии асимметричной информации на выбор оптимальной торговой политики // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 2. Псков: Издательство ПсковГУ, 2013. С. 168–177.
8. Мельник В. Н. Эффективные торговые режимы при асимметричной информации // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 3. Псков: Издательство ПсковГУ, 2013. С. 116–126.

V. Melnik

MODIFIED INSTRUMENTS OF TRADE POLICY

What are the optimal trade policy instruments? Governments normally make a choice between instruments such as quotas, tariffs, direct or hidden subsidies. This article analyzes the possibility of using a universal set of trade policy instruments in the form of a modified two part trade policy.

Key words: model trade policy, tariffs, quotas, subsidies.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ

В статье обосновывается необходимость применения методических заданий при работе с компетентностными задачами. Рассматривается понятие «методические задания», требования к таким заданиям и приводятся примеры методических заданий.

Ключевые слова: компетентностная задача, предметно-методическая компетентность, методические задания.

Для формирования и проверки компетентности будущих учителей математики в процесс обучения нужно включать так называемые компетентностные задачи, что ранее было обосновано, например, в статьях [1–3].

Под компетентностными задачами, рассматриваемыми при изучении математики, будем понимать задачи, целью решения которых является разрешение стандартной или нестандартной ситуации (предметной, межпредметной или практической по описанному в ней содержанию) посредством нахождения соответствующего способа решения с обязательным использованием математических знаний. Основной особенностью таких задач является получение познавательного результата для школьника и профессионально значимого результата для студента — будущего учителя математики.

Профессиональная подготовка будущего учителя математики включает в себя предметную и методическую составляющие. Предметная — обеспечивает эффективное осуществление предметной деятельности, методическая — отвечает за эффективное решение задач, связанных с реализацией процесса обучения математике. Поэтому можно выделить **предметно-методическую компетентность**, которая предполагает подготовку по предметному содержанию школьного курса математики, но также включает методические вопросы, связанные с содержанием обучения.

Под предметно-методической компетентностью учителя математики будем понимать профессиональную компетентность, которая выражена в практической готовности к осуществлению видов профессиональной деятельности, связанной с обучением математике в системе общего среднего образования, основанной на системе теоретических знаний.

Одним из показателей уровня предметно-методической компетентности будущего учителя математики служит умение решать и методически обрабатывать компетентностные задачи. Под методической обработкой компетентностных задач будем понимать: умение выделять познавательные результаты, полученные при решении задачи; умение устанавливать избыточность (недостаточность), противоречивость данных задачи; умение «считывать» информацию, представленную в

разных формах; умение подбирать необходимые для решения знания (как математические, так и нематематические) — все эти умения связаны с процессом решения задачи, а также умение преобразовывать традиционные математические задачи в компетентностные (*доstrаивать задачу до компетентностной*).

Была разработана система компетентностных задач [4] как средство совершенствования предметно-методической компетентности. Однако, в ходе эксперимента выяснилось, что если студенты только решают задачи, то умения, которые мы включаем в методическую обработку компетентностных задач, формируются не на высоком уровне и не все. Будущий учитель математики должен также уметь отбирать и конструировать такие задачи. Были выявлены определенные трудности: при отборе задач часто, чтобы определить, является ли она компетентностной, её требовалось решить; студенты решали задачи, не задумываясь о реальности ситуации; пропускались некоторые этапы решения задачи; студенты не замечали, что имеются лишние данные в задаче и т. д. Для преодоления этих трудностей было решено дополнить компетентностные задачи специальным образом составленными *методическими заданиями*.

Методические задания — это такие задания, которые направлены на овладение приёмами методической работы с предложенным математическим учебным содержанием (понятием, теоремой, задачей и т. д.).

Сформулируем требования к методическим заданиям:

1. *Открытость*. Данное требование связано с тем, что задание может иметь несколько вариантов ответов; могут быть различные способы выполнения задания и имеется возможность переформулирования (изменения) задания, в зависимости от знаний и индивидуальных особенностей студента.

2. *Связь с практикой обучения математике в общеобразовательной школе*. Задания не должны быть «оторваны» от материала, который изучается в школьном курсе математики. Это будет способствовать повышению мотивации студентов, повторению школьного курса и подготовке к педагогической практике.

3. *Проблемность и новизна*. Задания формулируются как проблема, которую необходимо разрешить средствами конкретного предмета, способ выполнения задания студенту не известен или состоит из комбинации известных способов, что требует проявления творчества.

4. *Использование знаний из курса методики обучения математике*. Для выполнения заданий должны применяться уже имеющиеся знания из вузовского курса методики, а предлагаемые задания должны способствовать расширению методических умений.

Можно выделить четыре категории методических заданий для работы с компетентностными задачами:

1. *Задания, которые предполагают работу до решения задачи.*
2. *Задания, связанные непосредственно с процессом решения задачи.*
3. *Задания, связанные с работой после решения задачи.*
4. *Задания, связанные с умением составлять компетентностные задачи.*

Для конструирования методических заданий для студентов мы придерживались следующей последовательности действий:

1. Определить желаемый результат, т. е. чему мы хотим научить студента в результате выполнения задания (понятие, умение).

2. Учесть имеющиеся знания студентов и их индивидуальные особенности (т. е. определить уровень сложности задания).

3. Выявить взаимосвязи желаемого результата (основного понятия, умения) с другими объектами в предметной области «математика», а также с другими учебными предметами и жизненными ситуациями.

4. Выбрать форму задания (серия вопросов, ситуации, таблица и т. д.).

5. Выбрать способ работы над заданием (индивидуально, в малых группах, «круглый стол» и т. д.).

6. Выбрать методы, с помощью которых предлагается выполнение задания студентом (провести анализ, составить таблицу, предложить способ, найти закономерность, предложить алгоритм, придумать, решить и т. д.).

7. Сформулировать задание в доступной для студентов форме.

Приведём примеры таких заданий:

1. Задания, которые предполагают работу до решения задачи.

1. *Проведите анализ школьных учебников по геометрии на наличие в них компетентностных задач по теме «Стереометрия» и заполните таблицу (табл. 1).*

Таблица 1

№	Учебник	Тема	Компетентностная задача (№, стр.)	Вид задачи	Обоснование (почему задача компетентностная)

Сделайте вывод: каково соотношение компетентностных и обычных математических задач в школьных учебниках по геометрии?

Задание выполняется каждым студентом индивидуально и в дальнейшем данные, полученные при выполнении этого задания, можно будет использовать на последующих занятиях при выполнении других заданий. Это задание развивает умение анализировать литературу, делать выводы и отличать компетентностные задачи от обычных математических.

2. *Опишите реальную ситуацию, в которой нужно было бы решить следующую математическую задачу:* «Стороны равностороннего треугольника равны 3 м. Найдите расстояние до плоскости треугольника от точки, которая находится на расстоянии 2 м от каждой из его вершин».

3. *Переформулируйте условие задачи так, чтобы она стала межпредметной компетентностной задачей:* «Телефонная проволока длиной 15 м протянута от телефонного столба, где она прикреплена на высоте 8 м от поверхности земли, к дому, где её прикрепили на высоте 20 м. Найдите расстояние между домом и столбом, предполагая, что проволока не провисает». *Докажите, что Вашу задачу можно отнести к указанному виду.*

4. *Являются ли следующие задачи компетентностными:*

А) Металлический куб имеет внешнее ребро 10,2 см и массу 514,15 г. Толщина стенок равна 0,1 см. Определите, из какого металла сделан куб.

Б) Чугунная труба имеет квадратное сечение, её внешняя ширина 25 см, толщина стенок 3 см. Какова масса одного погонного метра трубы?

В) Сечение железнодорожной насыпи имеет вид трапеции с нижним основанием 14 м, верхним 8 м и высотой 3,2 м. Найдите, сколько кубических метров земли приходится на 1 км насыпи.

Г) Комната имеет форму куба. Паук, сидящий в середине ребра, хочет, двигаясь по кратчайшему пути, поймать муху, сидящую в одной из самых удаленных от паука вершин куба. Как должен двигаться паук?

Обоснуйте свою точку зрения. Как можно переформулировать условие задачи, чтобы она стала компетентностной?

5. *Опишите ситуацию иначе или переформулируйте условие задачи, чтобы стала понятна, значимая цель решения задачи.*

А) Свинцовая труба с толщиной стенок 4 мм имеет внутренний диаметр 13 мм. Какова масса 25 м этой трубы?

Б) Куча щебня имеет коническую форму, радиус основания которой 2 м, а образующая 2,5 м. Найдите объём кучи щебня.

Можно ли отнести задачи после переформулировки к компетентностным?

6. *Проанализируйте ситуацию: «Над столом, размеры которого 120 см×150 см, на высоте 2 м висит лампа. Диаметр абажура лампы 30 см. Свет, падающий на стол, освещает поверхность стола, образуя круг диаметром 1 м. На какой высоте от стола нужно повесить лампу, диаметр абажура которой равен 50 см, чтобы свет освещал тот же круг на столе (диаметр 1 м)?».* Ответьте на следующие вопросы: о чём идет речь в задаче; какие факты, величины необходимо знать, чтобы решить задачу; что известно и что не известно; насколько реальна данная ситуация? Какие ещё вопросы можно поставить к задаче?

2. Задания, связанные непосредственно с процессом решения задачи.

7. *Решить предметную компетентностную задачу. Описать математическую модель, с помощью которой решалась задача, и заполнить таблицу (табл.2).*

Таблица 2

№	Задание	Результат
1.	<i>Провести анализ текста задачи</i>	
2.	<i>Выявить данные, существенные для математических действий</i>	
3.	<i>Соотнести данные и требования задачи с известными математическими моделями</i>	
4.	<i>Выявить недостающие данные (если они есть) и дополнить их из имеющегося опыта, из литературы, из справочников (источник указать)</i>	
5.	<i>Исключить лишние данные (если они есть)</i>	
6.	<i>Построить модель (уравнение, система уравнений, неравенство и т. д.)</i>	
7.	<i>Решить задачу (возможно путём построения другой модели)</i>	
8.	<i>Ответить на вопрос задачи</i>	
9.	<i>Сделать выводы: где ещё можно применить данный способ решения, можно ли решить задачу другим способом и т. д.</i>	

8. *Решить задачу из задания № 6 и прописать каждый этап решения. Какие вопросы должен будет задавать учитель школьникам, чтобы им легче было решить данную задачу? Поставьте вопросы к каждому этапу решения и предложите*

жите возможные ответы на них. Какие знания нужны учащимся, чтобы ответить на поставленные вопросы?

9. Дана задача: «При проведении опыта, жидкость, налитая в конический сосуд высотой 0,18 м и диаметром основания 0,24 м (она заполняет весь сосуд), переливается в цилиндрический сосуд, диаметр основания которого 0,1 м. Какой высоты нужно взять цилиндрический сосуд, чтобы жидкость занимала ровно половину его объёма ($1/3$ объёма)?» Какие знания необходимы для решения этой задачи из области «математика» и из других предметов? Опишите математическую модель ситуации и решите задачу. Можно ли применить другие математические модели для решения данной задачи?

3. Задания, связанные с работой после решения задачи.

10. Ответьте после решения задачи из задания № 9 на следующие вопросы: какой получен результат, о чём этот результат, как Вы пришли к этому результату, что ещё можно узнать таким же способом?

11. Укажите, какие необходимые знания (математические, нематематические) для решения задачи из задания № 9 и объясните, почему именно эти знания были использованы. Можно ли решить задачу другим способом?

12. Поставьте другие вопросы к задаче из задания № 9. Будут ли эти задачи компетентностными?

4. Задания, связанные с умением составлять компетентностные задачи.

13. Выберите из списка задачу, которая может быть использована для решения следующей ситуации: «Требуется засыпать старую шахту, глубина которой не известна. Чтобы возить песок, нужно заказать машину на определённое время, т. е. нужно указать количество часов работы машины».

Задачи:

1) Определите объём прямого кругового цилиндра, если известны диаметр основания и его высота.

2) На окружности основания цилиндра взяты точки А, В и С — такие, что $\angle ABC = 90^\circ$. Через прямые АС и ВС проведены секущие плоскости, параллельные оси цилиндра. Площади полученных сечений равны S_1 и S_2 . Найдите площадь боковой поверхности цилиндра.

3) Вычислите объём песка, который помещается в кузов ($3 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} \times 1 \text{ м}$) грузовой машины. Если песок будет насыпан с «горкой», то «горка» будет составлять 20 % от объёма кузова.

4) В цилиндре параллельно его оси на расстоянии a от неё проведена секущая плоскость, которая от окружности основания отсекает дугу α . Площадь сечения равна S . Найдите объём цилиндра.

14. Дана задача: «В основании пирамиды лежит треугольник со сторонами 13, 14 и 15 см. Вершина пирамиды удалена от каждой стороны основания на 5 см. Найдите площадь поверхности вписанной в пирамиду сферы». Можно ли связать данную задачу с жизненными ситуациями? Приведите пример.

15. Составьте компетентностную (предметную, междисциплинарную, практическую) стереометрическую задачу, для решения которой необходимы знания из темы «Двугранный угол» (темы могут быть разные) и решите её. Опишите способ составления задачи и алгоритм её решения. Докажите, что составленная ва-

ми задача является компетентностной. С какими трудностями Вы столкнулись при составлении задачи?

Данное задание выполняется в группах, оно развивает умение работать в малых группах, умение обосновывать свою точку зрения, приводить аргументы, умение делать выводы, составлять алгоритм решения (выделять этапы) и формирует умение конструировать компетентностные задачи.

16. Составьте межпредметную компетентностную задачу для решения которой нужны знания из темы «_____», используя следующий план:

1) определить, чему мы хотим научить учащегося (выделить понятие, умение, формулу, способ и т. д.);

2) выбрать объект, с помощью которого будем изучать понятие, умение, способ, формулу и др.;

3) выявить взаимосвязи выделенного объекта (призма, плоскость, цилиндр, конус и т. д.) с другими предметами школьного курса (физикой, биологией, химией, географией и т. д.);

4) выбрать знания из другого предмета, с которыми будут работать учащиеся при решении задачи;

5) учесть знания, имеющиеся у учащихся, как по математике, так и по выбранной теме из других предметов, и выбрать методы, с помощью которых предполагается решение задачи (найти, вычислить, построить, придумать и т. д.);

6) определить степень сложности задачи (недостающие или лишние данные; формулы, знания и межпредметные связи, используемые при решении; способ построения математической модели; количество вопросов и т. д.);

7) определить, какие дополнительные данные нужно будет использовать учащимся при решении, и продумать вопросы, на которые должны будут ответить учащиеся;

8) сформулировать условие задачи в доступной для учащихся форме.

Определить уровень сложности составленной задачи.

17. Опишите способ составления компетентностной задачи. Какими еще способами, по вашему мнению, можно составить компетентностные задачи по стереометрии? Предложите свой алгоритм составления задач.

Подобные методические задания можно использовать не только при работе с компетентностными задачами, но также ими можно дополнять любые задания (например, текстовые задачи, различные уравнения и т. д.), в которых важно, чтобы студенты не только учились решать, но и учились объяснять решения, задавать наводящие вопросы, делать выводы, выбирать методы и способы решений и т. д. Это поможет будущим учителям математики быть готовыми учить школьников математике.

Литература

1. Павлова Л. В. Компетентностные задачи как средство совершенствования предметно-методической компетентности будущего учителя математики // Проблемы и перспективы развития образования: Материалы Международной заочной научной конференции (г. Пермь, апрель 2011 г.). Т. 2 / Под общ. ред. Г. Д. Ахметовой. Пермь: Меркурий, 2011. С. 111–115.

2. Павлова Л. В. Компетентностные задачи в содержании подготовки будущего учителя математики // Интегративный характер современного математического образования: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Самара, 24–27 сент. 2007 г.): в 2 ч.: Часть 2. Самара: Самар. гос. пед. ун-т, 2007. С. 91–95.
3. Павлова Л. В. Познавательные компетентностные задачи как средство формирования предметно-профессиональной компетентности будущего учителя математики // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. № 113. СПб., 2009. С. 169–174.
4. Павлова Л. В. Система познавательных компетентностных задач как средство совершенствования предметно-методической компетентности будущего учителя математики // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». Выпуск 8. Псков: ПГПУ, 2009. С. 58–66.
5. Стефанова Н. Л. Компетентностный подход с точки зрения методики обучения математике // Проблемы теории и практики обучения математике. СПб., 2006. С. 25–32.
6. Стефанова Н. Л., Харитонова О. В. Учебно-познавательная компетентность старшеклассников как новый результат обучения геометрии // Академические чтения. СПб.: Издательство СПбГИПСР, 2005. Вып. 6: Компетентностный подход в современном образовании. С. 163–165.
7. Токаревская С. А. О формировании профессиональной компетентности учителя математики // Академические чтения. СПб.: Издательство СПбГИПСР, 2005. Вып. 6: Компетентностный подход в современном образовании. С. 111–114.

L. Pavlova

METHODICAL TASKS AS MEANS OF IMPROVING SUBJECT-METHODICAL COMPETENCE OF STUDENTS

The article explains the need for methodical tasks when working with competence-tasks. The concept "methodical tasks", requirements for such tasks are considered and examples of methodical tasks are given.

Key words: *competence task, domain and methodological expertise, methodical tasks.*

ИЗУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТАМИ НАПРАВЛЕНИЯ «СОЦИАЛЬНАЯ РАБОТА»

В работе представлены требования к построению процесса изучения дисциплины математика для студентов 1 курса направления «Социальная работа» (профиль — социальная работа в системе социальных служб) и выдержки из рабочей программы по дисциплине.

Ключевые слова: математика, обучение, студенты, рейтинг, компетенции.

Изменение целей и задач в условиях перехода на уровневую систему высшего профессионального образования требует совершенствования педагогических образовательных технологий и преобразований в области контрольно-оценочной деятельности на всех уровнях управления образовательным процессом в вузе. На первый план выходит задача создания условий для организации продуктивной учебной деятельности студентов, которые позволяли бы контролировать успешность продвижения студента в образовательном пространстве и оценивать качество его подготовки.

Студенты направления подготовки 040400.62 «Социальная работа» (профиль — социальная работа в системе социальных служб) изучают дисциплину «Математика» на 1 курсе в первом семестре. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами аналитической геометрии, линейной алгебры, математического анализа (основы дифференциального и интегрального исчисления функции одной переменной).

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования прописывает результаты изучения математики студентами направления «Социальная работа»: **«знать»** — основы аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциальных и интегральных исчислений; **уметь** — использовать математические модели явлений и процессов в социальной работе; **владеть** — математическими методами исследования в социальной работе».

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций студентов данного направления: 1) владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1); 2) уметь использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10).

Таким образом, студенту-гуманитарию математику необходимо изучать, по крайней мере, по двум причинам: первая — общекультурная, вторая — практическая.

Математике по праву отводится важное место в общечеловеческой культуре. Как способ описания действительности математика занимает промежуточное положение между точными науками и искусством. Математика представляет собой ту

связь между естественными и гуманитарными науками, без которой картина мира распадается на отдельные части. С этой точки зрения качественное гуманитарное образование должно включать в себя обязательное изучение математики.

С другой стороны, многие гуманитарные науки в качестве инструмента для своих исследований используют математические методы. Эти методы опираются на результаты таких математических дисциплин, как алгебра, математический анализ, теория вероятностей и др.

Целью изучению дисциплины «Математика» является подготовка студентов направления «Социальная работа» в области фундаментальной и прикладной математики, формирование готовности к использованию полученных знаний в профессиональной деятельности. При этом ставятся следующие задачи:

1. Формирование представлений об идеях и методах математики; о математике как универсальном языке науки, средстве моделирования явлений и процессов.

2. Овладение устным и письменным математическим языком, математическими знаниями и умениями, необходимыми для изучения естественнонаучных дисциплин, для профессионального образования.

3. Развитие логического мышления, алгоритмической культуры, развитие математического мышления и интуиции, творческих способностей на уровне, необходимом для самостоятельной деятельности в области математики и её приложений в будущей профессиональной деятельности.

4. Воспитание средствами математики культуры личности: знакомство с историей развития математики, эволюцией математических идей, понимание значимости математики для общественного прогресса.

Особенности изучения математики:

1. Своеобразие математического языка. Математический язык насыщен специальными терминами, используются разнообразные символы.

2. Высокая степень абстрактности, предъявляющая повышенные требования не только к уровню логического развития студента, но и к «геометрической интуиции».

3. Использование идеи бесконечности.

4. Большая общность методов.

Эти особенности следует учитывать при изучении математики и организации учебной деятельности студентов направления «Социальная работа». Основной теоретический материал дается без доказательства, акцент делается на практическое применение, на лекциях рассматривается много примеров, используется геометрическая интерпретация и исторические сведения.

Изучение алгебры начинается с новых математических объектов, таких как матрица, определитель, формулы Крамера и т. п. В аналитической геометрии студенты повторяют школьный материал о векторах, действиях с ними, уравнениях прямых на плоскости, условия взаимного расположения прямых. Новым является материал о кривых 2-го порядка (эллипс, окружность, гипербола, парабола). Эти разделы математики не вызывают трудности у студентов.

Изучение сложного для студентов математического анализа начинается с повторения школьных понятий функции, области определения функции, свойств

функций. Затем происходит более осознанное знакомство с теорией пределов и переход к определениям понятий производной и интеграла. Рассматриваются основные простейшие методы вычисления неопределенных интегралов, вырабатывается техника дифференцирования и применение производной при исследовании функций и построении графиков.

Опыт работы со студентами направления «Социальная работа» показал, что при организации процесса обучения целесообразно использовать информационно-развивающие методы. Основные формы обучения: информационная лекция и лекция в форме эвристической беседы. Из методов, направленных на закрепление и совершенствование знаний, используются репродуктивные методы. К формам контроля относятся самостоятельные, контрольные работы, защита индивидуальных заданий, итоговое теоретическое тестирование.

Для формирования мотивации учебной деятельности студентов используются следующие формы самостоятельной работы:

- групповые формы работы;
- 10-ти и 20-ти минутные самостоятельные работы (задания, позволяющие развивать конструктивные способности);
- математические диктанты;
- индивидуальные задания, которые позволяют самостоятельно решить проблему и проявить свои творческие способности, умение работать с математической литературой.

Успешность изучения математики определяется с помощью балльно-рейтинговой системы оценивания знаний студентов. Для этого составляется технологическая карта дисциплины:

№	Тема, задание или мероприятие текущего контроля	Виды текущей аттестации	Ауд./внеауд.	Мин. кол-во баллов	Макс. кол-во баллов
1	Множества, операции над множествами, подмножества	Самост. работа № 1	Ауд.	4	8
2	Матрицы, действия над матрицами. Определитель матрицы. Вычисление определителей 2-го и 3-го порядков. Миноры и алгебраические дополнения	Самост. работа № 2	Ауд.	4	8
3	Решение простейших матричных уравнений: решение систем линейных уравнений в матричной форме, формулы Крамера, метод Гаусса	Самост. работа № 3	Ауд.	4	8
4	Векторы и действия над ними. Длина вектора, расстояние между двумя точками на плоскости. Деление отрезка в данном отношении. Скалярное произведение векторов	Самост. работа № 4	Ауд.	4	8
5	Уравнение прямой линии на плоскости. Исследование взаимного расположения прямых	Самост. работа № 5	Ауд.	3	6
6	Кривые второго порядка: окружность, эллипс, гипербола, парабола	Индивид. задание №1	Внеауд.	5	10
7	Область определения функции. Свойства и графики функций. Предел функции в точке	Самост. работа № 6	Ауд.	5	10

8	Вычисление производных функций. Геометрический смысл производной	Самост. работа № 7	Ауд.	5	10
9	Исследование функции и построение графиков функции	Индивид. задание №2	Внеауд.	5	10
10	Основные методы вычисления неопределенных интегралов	Самост. работа № 8	Ауд.	5	10
11	Итоговый теоретический контроль	Тест	Ауд.	11	20
	Итого			55	108

Рейтинг строится на основе баллов, накапливаемых студентом за выполнение текущих работ (самостоятельных, контрольных, индивидуальных заданий и т. д.), т. е. предполагает оценку и учет всех видов деятельности обучаемого в семестре. По сумме баллов в семестре студенту может быть выставлена досрочно оценка за экзамен по дисциплине математика.

Анализ научно-педагогической литературы показал, что большинство авторов сходятся во мнении, что рейтинговый контроль активизирует познавательный интерес, развивает самостоятельную работу студентов, переводит обучение в планомерный процесс, позволяющий равномерно распределить силы, как студента, так и преподавателя. Рейтинговая система, в свою очередь, направлена на развитие личности студента через принятие ответственности за полученный балл, качество и сроки выполнения задания, за самомотивацию к обучению и самооценку своих знаний.

Литература

1. Сазонов Б. А. Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса // Высшее образование в России. 2012. № 6. С. 28–40.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 040400 «Социальная работа» (квалификация (степень) «бакалавр»). [Электронный ресурс]: URL: <http://минобрнауки.рф/документы/1906> (дата обращения: 23.11.2014)

N. Per'kova

STUDY OF MATHEMATICS BY STUDENTS OF “SOCIAL WORK” PROGRAM

In this work requirements to the planning of the study process of the discipline Mathematics for the first-year students of “Social work” program (training — “Social work in the system of social services”) and some fragments of the study program of this discipline are presented.

Key words: *mathematics, education, students, rating, competences.*

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ГРАДИЕНТ, ДИВЕРГЕНЦИЯ И РОТОР

Вводится понятие о слагаемых векторных произведениях, которыми являются первая, или ортоположительная часть и вторая, или ортоотрицательная часть; дальнейшим развитием этого понятия является представление о сопряженных векторах, векторном дифференциальном поверхностном операторе, поверхностном градиенте, производной по поверхности, поверхностных дивергенции и роторе. Рассматриваются поверхностные функции, их поверхностное дифференцирование и интегрирование. Показаны особенности поверхностных функций, для которых все слагаемые являются функциями не менее чем двух переменных, кроме того, поверхностные функции имеют смешанные частные производные второго порядка, при этом, по крайней мере, одна из смешанных частных производных второго порядка от любого слагаемого не обращается в нуль. Доказывается теорема о восстановлении поверхностной функции по ее поверхностному градиенту. Вводится понятие о линейной комбинации координат и ее делении на вектор, нулевом и мнимом нулевом векторных операторах, псевдовекторах и комбинированных векторах. Приведен ряд разложений с использованием введенных операций.

Ключевые слова: вектор, оператор, поверхностный, координаты.

Введение

Работа посвящена рассмотрению ряда операций на пространстве гладких функций и векторных полей в \mathbf{R}^3 . В качестве исходного пункта могут выступать нулевые величины. Их можно условно разделить на две категории. К первой категории относятся величины, содержимое которых «пусто». Ко второй — состоящие из величин, сумма которых равна нулю. К последней категории относится векторное произведение оператора Гамильтона (набла) на самого себя. При этом использование взаимно противоположных компонентов этого произведения создает определенные перспективы, в частности, развития элементов *поверхностного векторного анализа*. К таким элементам могут быть отнесены векторный дифференциальный поверхностный оператор, поверхностный градиент, производная по произвольной поверхности, поверхностные дивергенция и ротор, являющиеся аналогами соответствующих величин первого порядка [1, 2]. Названные операции относятся к поверхностному дифференцированию, которое можно рассматривать в качестве обратной задачи к поверхностному интегрированию. Перечисленные операции могут использоваться для получения разложений ряда векторных представлений второго порядка, часть которых имеет аналоги первого порядка. В ряде случаев для этого придется прибегнуть к специальным методам, таким, как сопряжение векторов, использование линейной комбинации координат, ее деление на вектор, введение нулевого и мнимого нулевого векторных операторов, псевдовекторов и комбинированных векторов.

§1. Слагаемые векторных произведений

Для векторов \mathbf{G} и \mathbf{H} имеет место операция векторного произведения

$$\mathbf{G} \times \mathbf{H} = (G_y H_z - G_z H_y) \mathbf{i} + (G_z H_x - G_x H_z) \mathbf{j} + (G_x H_y - G_y H_x) \mathbf{k}.$$

Его можно представить в виде:

$$\mathbf{G} \times \mathbf{H} = (G_y H_z \mathbf{i} + G_z H_x \mathbf{j} + G_x H_y \mathbf{k}) - (G_z H_y \mathbf{i} + G_x H_z \mathbf{j} + G_y H_x \mathbf{k}).$$

Определение 1.1. Операция

$$\mathbf{G} \times_I \mathbf{H} := G_y H_z \mathbf{i} + G_z H_x \mathbf{j} + G_x H_y \mathbf{k}$$

является *первой, или ортоположительной частью векторного произведения* $\mathbf{G} \times \mathbf{H}$ векторных полей $\mathbf{G} = G_x \mathbf{i} + G_y \mathbf{j} + G_z \mathbf{k}$ и $\mathbf{H} = H_x \mathbf{i} + H_y \mathbf{j} + H_z \mathbf{k}$.

Определение 1.2. Операция

$$\mathbf{G} \times_{II} \mathbf{H} := \mathbf{H} \times_I \mathbf{G} = G_z H_y \mathbf{i} + G_x H_z \mathbf{j} + G_y H_x \mathbf{k}$$

является *второй, или ортоотрицательной частью векторного произведения*.

Очевидно, что

$$\mathbf{G} \times \mathbf{H} = \mathbf{G} \times_I \mathbf{H} - \mathbf{H} \times_I \mathbf{G} = \mathbf{G} \times_I \mathbf{H} - \mathbf{G} \times_{II} \mathbf{H}.$$

Все вышесказанное справедливо и для ротора.

Определение 1.3. Операция

$$\text{rot}_I \mathbf{M} := \nabla \times_I \mathbf{M} = \frac{\partial M_z}{\partial y} \mathbf{i} + \frac{\partial M_x}{\partial z} \mathbf{j} + \frac{\partial M_y}{\partial x} \mathbf{k}$$

является *первой, или ортоположительной частью ротора* $\text{rot} \mathbf{M}$ векторного поля $\mathbf{M} = M_x \mathbf{i} + M_y \mathbf{j} + M_z \mathbf{k}$.

Определение 1.4. Операция

$$\text{rot}_{II} \mathbf{M} := \nabla \times_{II} \mathbf{M} = \frac{\partial M_y}{\partial z} \mathbf{i} + \frac{\partial M_z}{\partial x} \mathbf{j} + \frac{\partial M_x}{\partial y} \mathbf{k}$$

является *второй, или ортоотрицательной частью ротора* $\text{rot} \mathbf{M}$.

Очевидно, что

$$\text{rot} \mathbf{M} = \text{rot}_I \mathbf{M} - \text{rot}_{II} \mathbf{M} \text{ или } \nabla \times \mathbf{M} = \nabla \times_I \mathbf{M} - \nabla \times_{II} \mathbf{M}.$$

§2. Сопряженные векторы

Определение 2.1. Операция

$$\mathbf{G} \times^* \mathbf{H} := \mathbf{G} \times_I \mathbf{H} + \mathbf{H} \times_I \mathbf{G} = \mathbf{G} \times_I \mathbf{H} + \mathbf{G} \times_{II} \mathbf{H}$$

является *сопряженным векторным произведением* векторных полей \mathbf{G} и \mathbf{H} .

Определение 2.2. Операция

$$\text{rot}^* \mathbf{M} := \text{rot}_I \mathbf{M} + \text{rot}_{II} \mathbf{M} \text{ или } \nabla \times^* \mathbf{M} = \nabla \times_I \mathbf{M} + \nabla \times_{II} \mathbf{M}$$

является *сопряженным ротором* векторного поля \mathbf{M} .

Определение 2.3. Оператор

$$\nabla_S := \nabla \times_I \nabla = \nabla \times_{II} \nabla = \frac{\nabla \times^* \nabla}{2} = \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \mathbf{i} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \mathbf{j} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \mathbf{k}$$

является векторным дифференциальным поверхностным оператором.

§3. Поверхностный градиент и производная по поверхности

Определение 3.1. Вектор

$$\text{grad}_S W := \nabla_S W = \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} \mathbf{i} + \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} \mathbf{j} + \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} \mathbf{k} \quad (3.1)$$

является поверхностным градиентом функции W .

По аналогии с производной по направлению вычисляется *производная по поверхности*

$$\frac{d_S^2 W}{d\sigma} := (\text{grad}_S W) \cdot \mathbf{n} = \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} \cos \varphi + \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} \cos \psi + \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} \cos \theta. \quad (3.2)$$

Здесь $\mathbf{n} = \mathbf{i} \cos \varphi + \mathbf{j} \cos \psi + \mathbf{k} \cos \theta$ — поле единичных нормалей поверхности дифференцирования.

Теорема 3.1. Производная функции $W(x, y, z)$ (скалярного поля) по некоторой поверхности равна проекции поверхностного градиента на единичный вектор нормали к этой поверхности (в соответствующей точке).

$$\frac{d_S^2 W}{d\sigma} = |\text{grad}_S W| \cos(\text{grad}_S W, \mathbf{n}).$$

Справедливость этой теоремы непосредственно вытекает из (3.2).

Следствие. Поверхностный градиент скалярного поля равен по величине производной поля по поверхности, для которой эта производная (в соответствующей точке) является максимальной, и совпадает по направлению с единичным вектором нормали к этой поверхности.

$$\max \left(\frac{d_S^2 W}{d\sigma} \right) = |\text{grad}_S W| = \sqrt{\left(\frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y} \right)^2}.$$

Пусть для функции $U(x, y, z)$, все слагаемые которой являются функциями не менее чем двух переменных, имеющей смешанные частные производные второго порядка, по крайней мере, одна из смешанных частных производных второго порядка от любого слагаемого не обращается в нуль. Для единообразия терминологии такая функция может быть названа *поверхностной*.

Теорема 3.2. Поверхностная функция $U(x, y, z)$ может быть восстановлена по ее поверхностному градиенту \mathbf{G} в соответствии с формулой:

$$\begin{aligned} U &= \iint G_x dydz + \iint G_y dx dz + \iint G_z dx dy - 2V = \\ &= P_1(x, y, z) + P_2(y, z) + Q_1(x, y, z) + Q_2(x, z) + R_1(x, y, z) + R_2(x, y) - 2V. \end{aligned}$$

При этом $V = P_1 = Q_1 = R_1$, а интегралы понимаются как повторные неопределенные с нулевыми аддитивными составляющими.

Доказательство

$$\frac{\partial G_x}{\partial x} = \frac{\partial^3 U}{\partial x \partial y \partial z} = \frac{\partial G_y}{\partial y} = \frac{\partial G_z}{\partial z}. \quad (3.3)$$

U можно искать в виде:

$$U = \iint G_x dydz + \iint G_y dxdz + \iint G_z dxdy + f(x, y, z).$$

При этом

$$\begin{aligned} \iint G_x dydz &= P_1(x, y, z) + P_2(y, z), \\ \iint G_y dxdz &= Q_1(x, y, z) + Q_2(x, z), \\ \iint G_z dxdy &= R_1(x, y, z) + R_2(x, y), \\ \frac{\partial^3}{\partial x \partial y \partial z} \iint G_x dydz &= \frac{\partial G_x}{\partial x} = \frac{\partial^3 P_1}{\partial x \partial y \partial z}, \\ \frac{\partial^3}{\partial x \partial y \partial z} \iint G_y dxdz &= \frac{\partial G_y}{\partial y} = \frac{\partial^3 Q_1}{\partial x \partial y \partial z}, \\ \frac{\partial^3}{\partial x \partial y \partial z} \iint G_z dxdy &= \frac{\partial G_z}{\partial z} = \frac{\partial^3 R_1}{\partial x \partial y \partial z}. \end{aligned}$$

С учетом (3.3) $P_1 = Q_1 = R_1 = V(x, y, z)$. Тогда $f(x, y, z) = -2V$. При этом

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} &= \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \left[\iint G_x dydz + \iint G_y dxdz + \iint G_z dxdy + f(x, y, z) \right] = \\ &= G_x + \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} [Q_1 + Q_2(x, z) + R_1 + R_2(x, y) - 2V] = G_x. \end{aligned}$$

Аналогично $\partial^2 U / (\partial x \partial z) = G_y$, $\partial^2 U / (\partial x \partial y) = G_z$. Теорема доказана.

Замечание 1. Равенство нулю аддитивных составляющих повторных неопределенных интегралов вытекает из того, что в поверхностных функциях соответствующих слагаемых нет.

Замечание 2. Поверхностная функция может быть восстановлена по ее поверхностному градиенту и с помощью поверхностного интеграла, однако это решение может оказаться более громоздким из-за необходимости определения поверхности интегрирования. Кроме того, при поверхностном интегрировании могут появляться константы и функции одной переменной, вследствие чего возникает необходимость прибегать к их отбрасыванию, т. е. к произволу.

Пример. $\text{grad}_s U = \left(3z^2 - \frac{x}{y^2} \right) \mathbf{i} + \left[\frac{1}{y} - \sin(x+z) \right] \mathbf{j} + \left(2y - \frac{z}{y^2} \right) \mathbf{k},$

$$U = yz^3 + \frac{xz}{y} + \frac{xz}{y} + \sin(x+z) + xy^2 + \frac{xz}{y} - 2\frac{xz}{y} = yz^3 + \frac{xz}{y} + \sin(x+z) + xy^2.$$

§4. Поверхностная дивергенция и поверхностный ротор

В (3.1) имеет место произведение вектора ∇_s на скаляр W . Могут быть рассмотрены скалярное и векторное произведения ∇_s на вектор \mathbf{M} .

Определение 4.1. Операция

$$\operatorname{div}_S \mathbf{M} := \nabla_S \cdot \mathbf{M} = \frac{\partial^2 M_x}{\partial y \partial z} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 M_z}{\partial x \partial y}$$

является поверхностной дивергенцией векторного поля \mathbf{M} .

Определение 4.2. Операция

$$\operatorname{rot}_S \mathbf{M} := \nabla_S \times \mathbf{M} = \left(\frac{\partial^2 M_z}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 M_y}{\partial x \partial y} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial^2 M_x}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2 M_z}{\partial y \partial z} \right) \mathbf{j} + \left(\frac{\partial^2 M_y}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2 M_x}{\partial x \partial z} \right) \mathbf{k}$$

является поверхностным ротором векторного поля \mathbf{M} .

Определение 4.3. Операция

$$\operatorname{rot}_{S,I} \mathbf{M} := \nabla_S \times_I \mathbf{M} = \frac{\partial^2 M_z}{\partial x \partial z} \mathbf{i} + \frac{\partial^2 M_x}{\partial x \partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y \partial z} \mathbf{k}$$

является первой, или ортоположительной частью поверхностного ротора $\operatorname{rot}_S \mathbf{M}$.

Определение 4.4. Операция

$$\operatorname{rot}_{S,II} \mathbf{M} := \nabla_S \times_{II} \mathbf{M} = \frac{\partial^2 M_y}{\partial x \partial y} \mathbf{i} + \frac{\partial^2 M_z}{\partial y \partial z} \mathbf{j} + \frac{\partial^2 M_x}{\partial x \partial z} \mathbf{k}$$

является второй, или ортоотрицательной частью поверхностного ротора $\operatorname{rot}_S \mathbf{M}$.

$$\operatorname{rot}_S \mathbf{M} = \operatorname{rot}_{S,I} \mathbf{M} - \operatorname{rot}_{S,II} \mathbf{M}, \text{ или } \nabla_S \times \mathbf{M} = \nabla_S \times_I \mathbf{M} - \nabla_S \times_{II} \mathbf{M}.$$

Определение 4.5. Операция

$$\operatorname{rot}_S^* \mathbf{M} := \operatorname{rot}_{S,I} \mathbf{M} + \operatorname{rot}_{S,II} \mathbf{M} \text{ или } \nabla_S \times^* \mathbf{M} := \nabla_S \times_I \mathbf{M} + \nabla_S \times_{II} \mathbf{M}$$

является сопряженным поверхностным ротором векторного поля \mathbf{M} .

§5. Некоторые формулы

$$\nabla_S (\alpha V + \beta W) = \alpha \nabla_S V + \beta \nabla_S W \quad (\alpha = \text{const}, \beta = \text{const}).$$

$$\nabla_S \cdot (\alpha \mathbf{E} + \beta \mathbf{F}) = \alpha \nabla_S \cdot \mathbf{E} + \beta \nabla_S \cdot \mathbf{F}.$$

$$\nabla_S \times (\alpha \mathbf{E} + \beta \mathbf{F}) = \alpha \nabla_S \times \mathbf{E} + \beta \nabla_S \times \mathbf{F}.$$

$$\Delta_S \equiv \nabla_S \cdot \nabla_S \equiv \frac{\partial^4}{\partial y^2 \partial z^2} + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial z^2} + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2}.$$

$$\nabla \cdot \nabla_S \equiv \nabla_S \cdot \nabla \equiv 3 \frac{\partial^3}{\partial x \partial y \partial z}.$$

$$\nabla \times \nabla_S \equiv -\nabla_S \times \nabla \equiv \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2}{\partial y^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \mathbf{i} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \mathbf{j} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \mathbf{k}.$$

$$\nabla \times_I \nabla_S = \frac{\partial^3}{\partial x \partial y^2} \mathbf{i} + \frac{\partial^3}{\partial y \partial z^2} \mathbf{j} + \frac{\partial^3}{\partial z \partial x^2} \mathbf{k},$$

$$\nabla \times_{II} \nabla_S = \frac{\partial^3}{\partial x \partial z^2} \mathbf{i} + \frac{\partial^3}{\partial y \partial x^2} \mathbf{j} + \frac{\partial^3}{\partial z \partial y^2} \mathbf{k}.$$

$$\Delta_S W \equiv \left(\frac{\partial^4}{\partial y^2 \partial z^2} + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial z^2} + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} \right) W(x, y, z) = \operatorname{div}_S \operatorname{grad}_S W = \nabla_S \cdot \nabla_S W .$$

$$\Delta_S (\alpha V + \beta W) = \alpha \Delta_S V + \beta \Delta_S W .$$

$$\Delta_S \mathbf{F} \equiv \Delta_S F_x \mathbf{i} + \Delta_S F_y \mathbf{j} + \Delta_S F_z \mathbf{k} .$$

$$(\nabla \cdot \nabla_S) W \equiv 3 \frac{\partial^3 W}{\partial x \partial y \partial z} = \nabla \cdot \nabla_S W = \operatorname{div} \operatorname{grad}_S W = \nabla_S \cdot \nabla W = \operatorname{div}_S \operatorname{grad} W .$$

$$(\nabla \cdot \nabla_S)(\alpha V + \beta W) = \alpha (\nabla \cdot \nabla_S) V + \beta (\nabla \cdot \nabla_S) W .$$

$$(\nabla \cdot \nabla_S)(VW) = [(\nabla \cdot \nabla_S)V]W + \nabla V \cdot \nabla_S W + \nabla W \cdot \nabla_S V + [(\nabla \cdot \nabla_S)W]V .$$

$$(\nabla \cdot \nabla_S) \mathbf{F} \equiv (\nabla \cdot \nabla_S) F_x \mathbf{i} + (\nabla \cdot \nabla_S) F_y \mathbf{j} + (\nabla \cdot \nabla_S) F_z \mathbf{k} .$$

$$(\nabla \times \nabla_S) W \equiv \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2 W}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \right) \mathbf{i} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \right) \mathbf{j} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \right) \mathbf{k} =$$

$$\nabla \times \nabla_S W \equiv \operatorname{rot} \operatorname{grad}_S W \equiv -\nabla_S \times \nabla W \equiv -\operatorname{rot}_S \operatorname{grad} W .$$

$$(\nabla \times \nabla_S) \cdot \mathbf{F} \equiv -(\nabla_S \times \nabla) \cdot \mathbf{F} \equiv$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2 F_x}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 F_x}{\partial z^2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial^2 F_y}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 F_y}{\partial x^2} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial^2 F_z}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 F_z}{\partial y^2} \right) =$$

$$\operatorname{div} \operatorname{rot}_S \mathbf{F} = \nabla \cdot (\nabla_S \times \mathbf{F}) = -\operatorname{div}_S \operatorname{rot} \mathbf{F} = -\nabla_S \cdot (\nabla \times \mathbf{F}) .$$

$$(\nabla \times \nabla_S) \times \mathbf{F} \equiv \left[\frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \left(\frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial F_y}{\partial z} + \frac{\partial F_z}{\partial y} \right) \right] \mathbf{i} +$$

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \left(\frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_z}{\partial z} \right) - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left(\frac{\partial F_x}{\partial z} + \frac{\partial F_z}{\partial x} \right) \right] \mathbf{j} +$$

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \left(\frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} \right) - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \left(\frac{\partial F_x}{\partial y} + \frac{\partial F_y}{\partial x} \right) \right] \mathbf{k} \equiv$$

$$\nabla \times (\nabla_S \times \mathbf{F}) - \nabla_S \times (\nabla \times \mathbf{F}) = \nabla_S (\nabla \cdot \mathbf{F}) - \nabla (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) .$$

$$\operatorname{grad} \operatorname{div}_S \mathbf{F} = \nabla (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) = \nabla_S \times (\nabla \times \mathbf{F}) + (\nabla \cdot \nabla_S) \mathbf{F} .$$

$$\operatorname{grad}_S \operatorname{div} \mathbf{F} = \nabla_S (\nabla \cdot \mathbf{F}) = \nabla \times (\nabla_S \times \mathbf{F}) + (\nabla \cdot \nabla_S) \mathbf{F} .$$

$$\operatorname{grad}_S \operatorname{div}_S \mathbf{F} = \nabla_S (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) = \nabla_S \times (\nabla_S \times \mathbf{F}) + \Delta_S \mathbf{F} .$$

$$\operatorname{rot} \operatorname{rot}_S \mathbf{F} = \nabla \times (\nabla_S \times \mathbf{F}) = \nabla_S (\nabla \cdot \mathbf{F}) - (\nabla \cdot \nabla_S) \mathbf{F} .$$

$$\operatorname{rot}_S \operatorname{rot} \mathbf{F} = \nabla_S \times (\nabla \times \mathbf{F}) = \nabla (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) - (\nabla \cdot \nabla_S) \mathbf{F} .$$

$$\operatorname{rot}_S \operatorname{rot}_S \mathbf{F} = \nabla_S \times (\nabla_S \times \mathbf{F}) = \nabla_S (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) - \Delta_S \mathbf{F} .$$

$$\operatorname{rot}_S \operatorname{grad}_S W = \nabla_S \times \nabla_S W \equiv 0 .$$

$$\operatorname{div}_S \operatorname{rot}_S \mathbf{F} = \nabla_S \cdot (\nabla_S \times \mathbf{F}) \equiv 0 .$$

$$\nabla_S(VW) = W\nabla_S V + V\nabla_S W + \nabla V \times^* \nabla W.$$

$$\nabla_S \cdot (WF) = W\nabla_S \cdot F + (\nabla_S W) \cdot F + \nabla W \cdot (\nabla \times^* F).$$

Известные методы не позволяют получить аналогичные формулы для выражений $\nabla_S(F \cdot G)$, $\nabla_S \cdot (F \times G)$, $(G \cdot \nabla_S)WF$, $\nabla_S \times (WF)$, $\nabla_S \times (F \times G)$, $(G \cdot \nabla_S)F$, $\Delta_S(VW)$. Для их получения, а также для решения других задач существующий арсенал средств операций с векторами может быть расширен за счет введения в рассмотрение линейной комбинации координат и ее деления на вектор, нулевого и мнимого нулевого векторных дифференциальных операторов, псевдовекторов и комбинированных векторов.

§6. Линейная комбинация координат

В результате операций над векторными функциями, например, скалярного произведения, взятия дивергенции и т. п. появляются скалярные функции вида

$$W_C = (W_x + W_y + W_z)_C. \quad (6.1)$$

Такая функция является *линейной комбинацией координат*. Ее особенностью является то, что подобные, входящие в состав слагаемых W_x , W_y , W_z , не приведены.

Пример 6.1.

$$W_C = F \sim G = (xy^2z\mathbf{i} + yz^2\mathbf{j} + y\mathbf{k}) \sim (z\mathbf{i} + xy\mathbf{j} + z\mathbf{k}) = (xy^2z^2 + xy^2z^2 + yz)_C$$

— линейная комбинация координат, а $W = 2xy^2z^2 + yz$ — линейной комбинацией координат не является.

Здесь и далее волнистой чертой « \sim » помечена операция, результатом которой является сумма с неприведенными слагаемыми.

Может быть введена операция *деления линейной комбинации координат на вектор*.

$$\mathbf{F} = \frac{W_C}{\mathbf{G}} = W_C \cdot \mathbf{G}^{-1} = \frac{(W_x + W_y + W_z)_C}{G_x\mathbf{i} + G_y\mathbf{j} + G_z\mathbf{k}} = \frac{W_x}{G_x}\mathbf{i} + \frac{W_y}{G_y}\mathbf{j} + \frac{W_z}{G_z}\mathbf{k}. \quad (6.2)$$

Действительно,

$$F_x G_x = W_x, \quad F_y G_y = W_y, \quad F_z G_z = W_z, \quad F_x = \frac{W_x}{G_x}, \quad F_y = \frac{W_y}{G_y}, \quad F_z = \frac{W_z}{G_z},$$

$$\left(\frac{W_x}{G_x}\mathbf{i} + \frac{W_y}{G_y}\mathbf{j} + \frac{W_z}{G_z}\mathbf{k} \right) \cdot (G_x\mathbf{i} + G_y\mathbf{j} + G_z\mathbf{k}) = W_C.$$

W_C , в отличие от W , содержит информацию, достаточную для восстановления одного из векторов-сомножителей при известном другом.

$$\frac{\mathbf{F} \sim \mathbf{G}}{\mathbf{G}} = \frac{(F_x G_x + F_y G_y + F_z G_z)_C}{G_x\mathbf{i} + G_y\mathbf{j} + G_z\mathbf{k}} = \frac{F_x G_x}{G_x}\mathbf{i} + \frac{F_y G_y}{G_y}\mathbf{j} + \frac{F_z G_z}{G_z}\mathbf{k} = \mathbf{F}.$$

Пример 6.2. См. данные примера 6.1.

$$\mathbf{F} = \frac{(xy^2z^2 + xy^2z^2 + yz)}{z\mathbf{i} + xy\mathbf{j} + zk} \mathbf{C} = \frac{xy^2z^2}{z} \mathbf{i} + \frac{xy^2z^2}{xy} \mathbf{j} + \frac{yz}{z} \mathbf{k} = xy^2z\mathbf{i} + yz^2\mathbf{j} + y\mathbf{k}.$$

Линейную комбинацию координат можно делить на любой вектор, а не только на один из сомножителей, которые ее образовали

$$\frac{\mathbf{F} \cdot \mathbf{G}}{\mathbf{H}} = \frac{(F_x G_x + F_y G_y + F_z G_z)}{H_x \mathbf{i} + H_y \mathbf{j} + H_z \mathbf{k}} \mathbf{C} = \frac{F_x G_x}{H_x} \mathbf{i} + \frac{F_y G_y}{H_y} \mathbf{j} + \frac{F_z G_z}{H_z} \mathbf{k}.$$

Пример 6.3.

$$\mathbf{F} = \frac{(xy^2z^2 + xy^2z^2 + yz)}{0,5x^2y^2\mathbf{i} + yz\mathbf{j} + yz\mathbf{k}} \mathbf{C} = \frac{xy^2z^2}{0,5x^2y^2} \mathbf{i} + \frac{xy^2z^2}{yz} \mathbf{j} + \frac{yz}{yz} \mathbf{k} = \frac{2z^2}{x} \mathbf{i} + xyz\mathbf{j} + \mathbf{k}.$$

Замечание. В общем виде линейная комбинация координат имеет вид

$$W_C^* = (\alpha W_x + \beta W_y + \gamma W_z) \mathbf{C},$$

где α, β, γ — постоянные коэффициенты. Последнее выражение может быть получено из (6.1) следующим образом:

$$W_C^* = \frac{W_C}{\mathbf{i} + \mathbf{j} + \mathbf{k}} \cdot (\alpha \mathbf{i} + \beta \mathbf{j} + \gamma \mathbf{k}) = (W_x \mathbf{i} + W_y \mathbf{j} + W_z \mathbf{k}) \cdot (\alpha \mathbf{i} + \beta \mathbf{j} + \gamma \mathbf{k}) = (\alpha W_x + \beta W_y + \gamma W_z) \mathbf{C}.$$

§7. Нулевой векторный оператор

Может быть рассмотрена следующая задача. Имеются две линейные комбинации координат W_C и V_C . Найти формулы, связывающие W_C и V_C с выражениями $(W_x V_x + W_y V_y + W_z V_z) \mathbf{C}$ и $(W_x V_y + W_y V_z + W_z V_x) \mathbf{C}$.

Для решения этих и подобных задач может быть введен нулевой векторный оператор

$$\nabla_0 = \frac{\partial^0}{\partial x^0} \mathbf{i} + \frac{\partial^0}{\partial y^0} \mathbf{j} + \frac{\partial^0}{\partial z^0} \mathbf{k} = \mathbf{i} + \mathbf{j} + \mathbf{k}.$$

Некоторые свойства.

$$\nabla_0 U = U\mathbf{i} + U\mathbf{j} + U\mathbf{k}.$$

Эта величина может рассматриваться в качестве нулевого градиента \mathbf{G}_0 функции U . $\mathbf{G}_0 = \text{grad}_0 U = \nabla_0 U$.

$$\nabla_0 \cdot \mathbf{F} = F_C = (F_x + F_y + F_z) \mathbf{C}.$$

Эта величина может рассматриваться в качестве нулевой дивергенции векторного поля \mathbf{F} . $\text{div}_0 \mathbf{F} = \nabla_0 \cdot \mathbf{F}$.

$$\nabla_0 \times \mathbf{F} = (F_z - F_y) \mathbf{i} + (F_x - F_z) \mathbf{j} + (F_y - F_x) \mathbf{k}.$$

Эта величина может рассматриваться в качестве *нулевого ротора* векторного поля \mathbf{F} . $\text{rot}_0 \mathbf{F} = \nabla_0 \times \mathbf{F}$.

$$\nabla_0 \cdot (\nabla_0 \times \mathbf{F}) = \text{div}_0 (\text{rot}_0 \mathbf{F}) \equiv 0.$$

Из (6.2)

$$\frac{W_C}{\nabla_0} = \nabla_0^{-1} \cdot (W_x + W_y + W_z)_C = W_x \mathbf{i} + W_y \mathbf{j} + W_z \mathbf{k} = \mathbf{W}.$$

$$\nabla_0 \cdot (\nabla_0^{-1} \cdot W_C) = W_C,$$

$$\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_0 \cdot \mathbf{F}) = \mathbf{F},$$

$$\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_0 \cdot \nabla_0) = \nabla_0.$$

$$\nabla_0 \cdot \nabla_S = \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial y},$$

$$\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_0 \cdot \nabla_S) = \nabla_S.$$

$$\nabla_0 \cdot \nabla = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z},$$

$$\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_0 \cdot \nabla) = \nabla.$$

$$\nabla_0^{-1} \cdot \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \mathbf{i} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \mathbf{j} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \mathbf{k},$$

$$\nabla_0 \cdot (\nabla_0^{-1} \cdot \Delta) = \Delta.$$

$$\nabla_0 \times \nabla_S = \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial y} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial^2}{\partial y \partial z} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \right) \mathbf{j} + \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \right) \mathbf{k}.$$

$$\nabla_0 \times \nabla = \left(\frac{\partial}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial y} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial z} \right) \mathbf{j} + \left(\frac{\partial}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \right) \mathbf{k}.$$

$$\nabla_0 \times (\nabla_0^{-1} \cdot \Delta) = \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \mathbf{j} + \left(\frac{\partial^2}{\partial y^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \mathbf{k}.$$

$$\nabla_0 \times_I \nabla_0 = \nabla_0 \times_{II} \nabla_0 = \frac{\nabla_0 \times^* \nabla_0}{2} = \nabla_0.$$

Возвращаясь к задаче, приведенной в начале параграфа,

$$(W_x V_x + W_y V_y + W_z V_z)_C = (\nabla_0^{-1} \cdot W_C) \cdot (\nabla_0^{-1} \cdot V_C),$$

$$(W_x V_y + W_y V_z + W_z V_x)_C = \nabla_0 \cdot [(\nabla_0^{-1} \cdot W_C) \times_I (\nabla_0^{-1} \cdot V_C)].$$

Таким образом, применение нулевого векторного оператора позволяет решать подобные задачи.

Представление полного дифференциала функции с помощью векторных операторов

$$dW = \frac{\partial W}{\partial x} dx + \frac{\partial W}{\partial y} dy + \frac{\partial W}{\partial z} dz = (\nabla W) \cdot (\nabla_0^{-1} \cdot dS_1) .$$

Здесь dS_1 — полный дифференциал элементарной симметрической функции

$$S_1 \equiv x + y + z .$$

С помощью нулевого векторного оператора можно, например, преобразовать вектор в линейную комбинацию координат, выполнить некие операции, а затем результат преобразовать обратно в вектор. И наоборот, сначала линейную комбинацию координат преобразовать в вектор, выполнить векторные операции, а результат преобразовать в линейную комбинацию координат.

§8. Мнимый нулевой векторный оператор

Может быть рассмотрена следующая задача. Имеются линейная комбинация координат W_C и вектор \mathbf{F} . Найти формулу, связывающую W_C и \mathbf{F} с выражением $F_x W_y \mathbf{i} + F_y W_z \mathbf{j} + F_z W_x \mathbf{k}$. Для решения подобных задач может быть введен мнимый нулевой векторный оператор

$$\{\nabla_0\} = \left\{ \frac{\partial^0}{\partial x^0} \mathbf{i} \right\} + \left\{ \frac{\partial^0}{\partial y^0} \mathbf{j} \right\} + \left\{ \frac{\partial^0}{\partial z^0} \mathbf{k} \right\} = \{\mathbf{i}\} + \{\mathbf{j}\} + \{\mathbf{k}\} .$$

Его главное отличие от оператора ∇_0 заключается в том, что псевдоорты (мнимые орты) $\{\mathbf{i}\}$, $\{\mathbf{j}\}$, $\{\mathbf{k}\}$ с ортами \mathbf{i} , \mathbf{j} , \mathbf{k} не взаимодействуют, а взаимодействуют только с псевдоортами. Поэтому правила применения оператора $\{\nabla_0\}$ по отношению к векторам такие же, как и оператора ∇_0 в отношении линейных комбинаций координат.

Некоторые свойства $\{\nabla_0\}$.

$$\{\nabla_0\}U = U\{\mathbf{i}\} + U\{\mathbf{j}\} + U\{\mathbf{k}\} .$$

Эта величина может рассматриваться в качестве *мнимого нулевого градиента* $\{\mathbf{G}_0\}$ функции U . $\{\mathbf{G}_0\} = \{\text{grad}_0 U\} = \{\nabla_0\}U$.

$$\frac{W_C}{\{\nabla_0\}} = \{\nabla_0^{-1}\} \cdot (W_x + W_y + W_z)_C = W_x \{\mathbf{i}\} + W_y \{\mathbf{j}\} + W_z \{\mathbf{k}\} .$$

$$\{\nabla_0\} \cdot (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot W_C) = W_C ,$$

$$\{\nabla_0^{-1}\} \cdot (\{\nabla_0\} \cdot \{\nabla_0\}) = \{\nabla_0\} .$$

$$\frac{\mathbf{F}}{\{\nabla_0\}} = \{\nabla_0^{-1}\} \cdot \mathbf{F} = F_x \mathbf{i} \{\mathbf{i}\} + F_y \mathbf{j} \{\mathbf{j}\} + F_z \mathbf{k} \{\mathbf{k}\} ,$$

$$\{\nabla_0\} \cdot (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \mathbf{F}) = \mathbf{F} .$$

$$\{\nabla_0\} \times (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \mathbf{F}) = (F_z \mathbf{k} - F_y \mathbf{j}) \{\mathbf{i}\} + (F_x \mathbf{i} - F_z \mathbf{k}) \{\mathbf{j}\} + (F_y \mathbf{j} - F_x \mathbf{i}) \{\mathbf{k}\} .$$

$$\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \nabla_S = \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \mathbf{i} \{\mathbf{i}\} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \mathbf{j} \{\mathbf{j}\} + \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \mathbf{k} \{\mathbf{k}\} ,$$

$$\begin{aligned}
 \{\nabla_0\} \cdot (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \nabla_s) &= \nabla_s. \\
 \{\nabla_0\} \times (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \nabla_s) &= \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \mathbf{k} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \mathbf{j} \right) \{\mathbf{i}\} + \left(\frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \mathbf{i} - \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \mathbf{k} \right) \{\mathbf{j}\} + \left(\frac{\partial^2}{\partial x \partial z} \mathbf{j} - \frac{\partial^2}{\partial y \partial z} \mathbf{i} \right) \{\mathbf{k}\}. \\
 \{\nabla_0^{-1}\} \cdot \nabla &= \frac{\partial}{\partial x} \mathbf{i}\{\mathbf{i}\} + \frac{\partial}{\partial y} \mathbf{j}\{\mathbf{j}\} + \frac{\partial}{\partial z} \mathbf{k}\{\mathbf{k}\}, \\
 \{\nabla_0\} \cdot (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \nabla) &= \nabla. \\
 \{\nabla_0\} \times (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \nabla) &= \left(\frac{\partial}{\partial z} \mathbf{k} - \frac{\partial}{\partial y} \mathbf{j} \right) \{\mathbf{i}\} + \left(\frac{\partial}{\partial x} \mathbf{i} - \frac{\partial}{\partial z} \mathbf{k} \right) \{\mathbf{j}\} + \left(\frac{\partial}{\partial y} \mathbf{j} - \frac{\partial}{\partial x} \mathbf{i} \right) \{\mathbf{k}\}. \\
 \{\nabla_0^{-1}\} \cdot \Delta &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} \{\mathbf{i}\} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \{\mathbf{j}\} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \{\mathbf{k}\}, \\
 \{\nabla_0\} \cdot (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \Delta) &= \Delta. \\
 \{\nabla_0\} \times (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \Delta) &= \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) \{\mathbf{i}\} + \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \{\mathbf{j}\} + \left(\frac{\partial^2}{\partial y^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \{\mathbf{k}\}. \\
 \{\nabla_0\} \times [\{\nabla_0^{-1}\} \cdot (\nabla_0^{-1} \cdot \Delta)] &= \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} \mathbf{k} - \frac{\partial^2}{\partial y^2} \mathbf{j} \right) \{\mathbf{i}\} + \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} \mathbf{i} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \mathbf{k} \right) \{\mathbf{j}\} + \left(\frac{\partial^2}{\partial y^2} \mathbf{j} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \mathbf{i} \right) \{\mathbf{k}\}. \\
 \{\nabla_0\} \cdot [\{\nabla_0\} \times (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot W_C)] &= 0, \\
 \{\nabla_0\} \times_I \{\nabla_0\} = \{\nabla_0\} \times_{II} \{\nabla_0\} &= \frac{\{\nabla_0\} \times^* \{\nabla_0\}}{2} = \{\nabla_0\}.
 \end{aligned}$$

Возвращаясь к задаче, приведенной в начале параграфа,

$$F_x W_y \mathbf{i} + F_y W_z \mathbf{j} + F_z W_x \mathbf{k} = \{\nabla_0\} \cdot \left[(\{\nabla_0^{-1}\} \cdot \mathbf{F}) \times_I (\{\nabla_0^{-1}\} \cdot W_C) \right].$$

Таким образом, применение мнимого нулевого векторного оператора позволяет решать подобные задачи. Другими словами, применение $\{\nabla_0\}$ позволяет сохранить орты исходного вектора.

§9. Псевдовекторы и комбинированные векторы

Применение мнимого векторного оператора приводит к появлению псевдовекторов. В частности, $\{\mathbf{i}\}$, $\{\mathbf{j}\}$, $\{\mathbf{k}\}$ являются псевдоортами.

Определение 9.1. Псевдовектор — это скаляр, в котором содержится информация о включенном в него векторе.

Псевдовектор может быть обозначен следующим образом:

$$A^{\{\mathbf{P}\}} = A \left\{ \frac{\mathbf{P}}{P} \right\} = \frac{A}{P} \{ P_x \mathbf{i} + P_y \mathbf{j} + P_z \mathbf{k} \}.$$

Из представленных выше выражений значительная часть является *комбинированными векторами*, т. е. сочетаниями векторов и псевдовекторов.

Комбинированный вектор может быть обозначен следующим образом:

$$\mathbf{V}_F^{\{P\}} = B \left\{ \frac{\mathbf{P}}{P} \right\} \frac{\mathbf{F}}{F}.$$

Нижний индекс содержит информацию о направлении вектора, верхний индекс — информацию о направлении псевдовектора.

При выполнении операций с комбинированными векторами орты взаимодействуют с ортами, а псевдоорты — с псевдоортами. Орты и псевдоорты между собой не взаимодействуют.

При умножении комбинированного вектора на другой комбинированный вектор могут использоваться следующие четыре формы записи операций умножения:

$$\langle \{ \cdot \} \cdot \rangle, \langle \{ \cdot \} \times \rangle, \langle \{ \times \} \cdot \rangle, \langle \{ \times \} \times \rangle.$$

Действие знака произведения, расположенного в скобках, распространяется на псевдовекторные составляющие комбинированных векторов, а расположенного за скобками — на векторные.

Пример.

$$(W_x \{ \mathbf{i} \} \mathbf{j} + W_y \{ \mathbf{j} \} \mathbf{k} + W_z \{ \mathbf{k} \} \mathbf{i}) \{ \cdot \} \times (V_x \{ \mathbf{i} \} \mathbf{k} + V_y \{ \mathbf{j} \} \mathbf{i} + V_z \{ \mathbf{k} \} \mathbf{j}) = W_x V_x \mathbf{i} + W_y V_y \mathbf{j} + W_z V_z \mathbf{k}.$$

При перемножении псевдовектора и комбинированного вектора нет необходимости размещения знака произведения в скобки. Очевидно, что знак произведения « \cdot » или « \times » в этом случае распространяется на псевдовекторные составляющие.

Величина

$$\operatorname{div}_0 \{ \mathbf{F} \} = \{ \nabla_0 \} \cdot \{ \mathbf{F} \} = (F_x + F_y + F_z)_C,$$

может рассматриваться в качестве *мнимой нулевой дивергенции* мнимого векторного поля $\{ \mathbf{F} \}$. Она совпадает с *нулевой дивергенцией* векторного поля \mathbf{F} .

Величина

$$\operatorname{rot}_0 \{ \mathbf{F} \} = \{ \nabla_0 \} \times \{ \mathbf{F} \} = (F_z - F_y) \{ \mathbf{i} \} + (F_x - F_z) \{ \mathbf{j} \} + (F_y - F_x) \{ \mathbf{k} \},$$

может рассматриваться в качестве *мнимого нулевого ротора* мнимого векторного поля $\{ \mathbf{F} \}$.

$$\{ \nabla_0 \} \cdot (\{ \nabla_0 \} \times \{ \mathbf{F} \}) = \operatorname{div}_0 \{ (\operatorname{rot}_0 \{ \mathbf{F} \}) \} \equiv 0.$$

С помощью мнимого нулевого векторного оператора можно преобразовать вектор в комбинированный вектор, выполнить некие операции, а затем результат преобразовать обратно в вектор. И наоборот, сначала комбинированный вектор преобразовать в вектор, выполнить векторные операции, а результат преобразовать в комбинированный вектор.

§10. Некоторые формулы (продолжение)

$$\begin{aligned} \nabla_S (\mathbf{F} \cdot \mathbf{G}) &= \nabla_0^{-1} \cdot \left\{ \left[\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) \right] \cdot \mathbf{G} + \left[\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_S \cdot \mathbf{G}) \right] \cdot \mathbf{F} \right\} + \\ &\mathbf{G} \times_I (\nabla_S \times \mathbf{F}) + \mathbf{F} \times_I (\nabla_S \times \mathbf{G}) + (\nabla \times_I \mathbf{F}) \times_I (\nabla \times_{II} \mathbf{G}) + (\nabla \times_I \mathbf{G}) \times_I (\nabla \times_{II} \mathbf{F}) + \\ &\{ \nabla_0 \} \cdot \left\{ \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \right] \times_I \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \times \mathbf{G}) \right] + \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{G}) \right] \times_I \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \times \mathbf{F}) \right] \right\}. \end{aligned}$$

$$\nabla_S \cdot (\mathbf{F} \times \mathbf{G}) = \mathbf{G} \cdot (\nabla_S \times \mathbf{F}) - \mathbf{F} \cdot (\nabla_S \times \mathbf{G}) - (\nabla \times_I \mathbf{F}) \cdot (\nabla \times_{II} \mathbf{G}) +$$

$$(\nabla \times_{II} \mathbf{F}) \cdot (\nabla \times_I \mathbf{G}) + \nabla_0 \cdot \left\{ \left[\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \right] \times \left[\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{G}) \right] \right\}.$$

$$(\mathbf{G} \cdot \nabla_S) W \mathbf{F} = \mathbf{F} (\mathbf{G} \cdot \nabla_S W) + W (\mathbf{G} \cdot \nabla_S) \mathbf{F} +$$

$$\left\{ \left[\nabla_0^{-1} \right] \cdot \left[\mathbf{G} \times^* (\nabla W) \right] \right\} \cdot \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \right] + \left[\mathbf{G} \times^* (\nabla W) \right] \times_{II} (\nabla \times \mathbf{F}).$$

При этом

$$\left\{ \left[\nabla_0^{-1} \right] \cdot \left[\mathbf{G} \times^* (\nabla W) \right] \right\} \cdot \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \right] = \nabla_0^{-1} \cdot \left\{ \left[\mathbf{G} \times^* (\nabla W) \right] \cdot \left[\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \right] \right\}.$$

$$\left[\mathbf{G} \times^* (\nabla W) \right] \times_{II} (\nabla \times \mathbf{F}) = \left[\mathbf{G} \times_I (\nabla W) \right] \times_{II} (\nabla \times \mathbf{F}) + \left[\mathbf{G} \times_{II} (\nabla W) \right] \times_{II} (\nabla \times \mathbf{F}).$$

$$\nabla_S \times (W \mathbf{F}) = \nabla_S W \times \mathbf{F} + W \nabla_S \times \mathbf{F} + \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla W) \right] \cdot \left\{ \left[\nabla_0 \right] \times \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \right] \right\} +$$

$$(\nabla \times_I \mathbf{F}) \times_I \nabla W + \nabla W \times_{II} (\nabla \times_{II} \mathbf{F}).$$

$$\nabla_S \times (\mathbf{F} \times \mathbf{G}) = (\mathbf{G} \cdot \nabla_S) \mathbf{F} - \mathbf{G} (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) - (\mathbf{F} \cdot \nabla_S) \mathbf{G} + \mathbf{F} (\nabla_S \cdot \mathbf{G}) +$$

$$\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{F}) \cdot \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \times^* \mathbf{G}) \right] - \left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \cdot \mathbf{G}) \cdot \left[\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot (\nabla \times^* \mathbf{F}) \right] +$$

$$(\nabla \times_I \mathbf{F}) \times (\nabla \times_I \mathbf{G}) - (\nabla \times_{II} \mathbf{F}) \times (\nabla \times_{II} \mathbf{G}).$$

$$(\mathbf{G} \cdot \nabla_S) \mathbf{F} = \left(\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot \mathbf{G} \right) \cdot \left(\left\{ \nabla_0^{-1} \right\} \cdot \nabla_S \cdot \mathbf{F} \right) + \mathbf{G} \times_{II} (\nabla_S \times \mathbf{F}) =$$

$$\nabla_0^{-1} \cdot \left\{ \mathbf{G} \cdot \left[\nabla_0^{-1} \cdot (\nabla_S \cdot \mathbf{F}) \right] \right\} + \mathbf{G} \times_{II} (\nabla_S \times \mathbf{F}).$$

$$\Delta_S (VW) = (\Delta_S V)W + (\Delta_S W)V + 4(\nabla_S V) \cdot (\nabla_S W) +$$

$$2\nabla V \cdot (\nabla \times^* \nabla_S W) + 2\nabla W \cdot (\nabla \times^* \nabla_S V) + \nabla_0 \cdot \left[\left(\nabla_0^{-1} \cdot \Delta V \right) \times^* \left(\nabla_0^{-1} \cdot \Delta W \right) \right].$$

Без применения «расщепления» векторных произведений на слагаемые, сопряжения векторов, использования линейной комбинации координат, ее деления на вектор, введения нулевого и мнимого нулевого векторных операторов, псевдовекторов и комбинированных векторов получить представленные выше разложения было бы невозможно.

Замечание. Несмотря на то, что в некоторых приведенных разложениях использован мнимый оператор $\{\nabla_0\}$, разложения сами по себе являются «чистыми» скалярами или векторами.

Литература

1. Попов И. П. О некоторых аспектах магнитоэлектрического взаимодействия // Вестник Челябинского государственного университета. Физика. 2009. Вып. 5. № 24 (162). С. 34–39.
2. Попов И. П. О пространственной конфигурации вихревого электрического поля // Вестник Курганского государственного университета. Естественные науки. 2009. Вып. 2. № 1 (15). С. 50–51.

SURFACE GRADIENT, DIVERGENCE AND ROTOR

We introduce the notion of the terms of vector products, which are the first (ortho-positive) part and the second (orthonegative) part; further development of this concept is the notion of conjugate vectors, vector differential operator on the surface, the surface gradient, the derivative on the surface, the surface divergence and rotor. Surface functions, their surface differentiation and integration are considered. The features of surface functions for which all terms are functions of at least two variables, are shown; in addition, surface functions have mixed partial derivatives of the second order, while at least one of the mixed partial derivatives of second order of any term does not vanish . The theorem on the restoration of surface features on its surface gradient is proved. The notion of a linear combination of coordinates and its division into a vector, zero and zero imaginary vector operators, pseudo and combined vectors are introduced. A number of expansions using these operations are presented.

Key words: vector, operator, surface, coordinates.

ТЕОРЕТИКО-ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В статье рассматривается теоретико-игровая модель задачи международной торговли в условиях неопределенности (низкая или высокая экономическая активность рынка). Приводится три варианта данной задачи: в первой задаче стороны (внутренняя и внешняя фирмы) независимо друг от друга принимают решение; во второй задаче решение сначала принимает внутренняя фирма, а затем внешняя; наконец, в третьей задаче — сначала внутренняя, а затем внешняя. Анализ результатов показывает, что большую прибыль фирма получает, когда первой принимает решение о реализации товара на рынке. Далее следует результат в случае независимого принятия решения. Наименьшую прибыль в рассмотренном случае фирма получает, когда решение принимается в условиях информированности о действиях конкурента.

Ключевые слова: функция спроса, функция выигрыша фирм, функция благосостояния общества.

Рассмотрим задачу организации международной торговой политики в условиях несовершенной конкуренции. Теоретико-игровой подход для изучения этой проблемы применялся в [1, 2, 3]. В частности, двухуровневая модель «страна — фирмы» анализировалась в [2].

Принятие экономических решений в международной торговле происходит в условиях неопределенности. Она связана с неточностью используемой информации, помехами и возмущениями при реализации решений и т. д. Модель, учитывающая последовательный характер принятия решений и наличие неопределенных факторов, более точно отражает экономические процессы.

Рассмотрим модель экономической политики страны по отношению к «своим» производителям и экспортерам некоторой продукции. Пусть экономическая конкуренция осуществляется в условиях дуополии, то есть имеется две фирмы, экономические решения которых влияют на формирование равновесной цены продукции. Далее используется модель несовершенной конкуренции Курно.

Фирмы планируют поставить на рынок $q_i \in [0; +\infty)$ ($i = 1, 2$) единиц однородного товара. Цена устанавливается в зависимости от спроса и предложения. Прибыль фирм определяется после реализации товара за вычетом издержек производства $q_i \in [0; +\infty)$ ($i = 1, 2$) которые в данном случае считаем постоянными. С внешней фирмы дополнительно взимаются тарифные платежи t за ввоз единицы товара. Цель управленческих решений — максимизировать свою прибыль.

Функция спроса предполагается линейной

$$p(q_1, q_2) = a - q_1 - q_2, \quad (1)$$

где a — постоянная, характеризующая состояние рынка: чем a больше, тем выше экономическая активность рынка.

Функция выигрыша i -ой фирмы ($i = 1, 2$) имеет вид

$$h_1 = (a - q_1 - q_2)q_1 - c_1q_1 \quad (2)$$

$$h_2 = (a - q_1 - q_2)q_2 - c_2q_2 - tq_2 \quad (3)$$

Тут первая фирма — внутренняя, а вторая — внешняя.

Функция благосостояния общества имеет вид

$$W = \frac{1}{2}(q_1 + q_2)^2 + h_1 + tq_2. \quad (4)$$

Отметим, что формулы (1)–(4) рассматривались в [2] и имеют определенный экономический смысл.

Рассмотрим несколько вариантов предложенной задачи. В качестве теоретической модели предлагается позиционная игра при неопределенности.

Задача 1. Государственные органы экономического управления (игрок 3) устанавливают условия внешнеэкономической деятельности для внешней фирмы — тарифные платежи t . Затем реализуется некоторая неопределенность $a \in [a_0, a^0]$. Она связанная с высокой или низкой экономической активностью рынка. После этого внутренняя фирма (игрок 1) и внешняя фирма (игрок 2) независимо друг от друга реализуют на рынке некоторое количество товара q_i ($i = 1, 2$). Прибыль фирм определяется по формулам (2)–(3). Задача состоит в том, чтобы определить оптимальное количество товаров q_1^* и q_2^* , поставляемых фирмами на рынок. Цель каждой фирмы состоит в максимизации своей прибыли от реализации товара.

Воспользуемся необходимыми и достаточными условиями экстремума для нахождения значений q_i^* , реализующих максимум функции $h_i(q_i)$ ($i = 1, 2$).

Рассмотрим систему двух уравнений

$$\frac{\partial h_i(q_i)}{\partial q_i} = 0 \quad (i = 1, 2). \quad (5)$$

$$\text{Решение системы (5)} \quad q_1^* = \frac{a+t-2c_1+c_2}{3}, \quad q_2^* = \frac{a-2t+c_1-2c_2}{3}.$$

Подставив значения q_1^* и q_2^* соответственно в формулы (2), (3), получим:

$$h_1^* = \frac{1}{9}(a+t-2c_1+c_2)^2 = (q_1^*)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{9}(a-2t+c_1-2c_2)^2 = (q_2^*)^2.$$

Так как игроки ориентируются на гарантированный результат, то необходимо учитывать a_0 .

Для нахождения оптимального тарифа используем условие экстремума для функции $W^*(t)$, имеем

$$t^* = \frac{a_0 - c_2}{3}. \quad (6)$$

Окончательно получаем прибыль общества, фирм, а также оптимальные количества товаров, которые необходимо реализовать для этого на рынке:

$$q_1^* = \frac{2}{9}(2a_0 - 3c_1 + c_2), \quad q_2^* = \frac{1}{9}(a_0 + 3c_1 - 4c_2),$$

$$h_1^* = \frac{4}{81}(2a_0 - 3c_1 + c_2)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{81}(a_0 + 3c_1 - 4c_2)^2, \quad W^* = \frac{1}{2}(q_1^* + q_2^*)^2 + h_1^* + t^* q_2^*.$$

Задача 2. Условие задачи 2 отличается тем, что игроки принимают решения последовательно. То есть, сначала внутренняя фирма реализует на рынке некоторое количество товара q_1 . А затем внешняя фирма, зная это, принимает решение о ввозе на рынок страны количества товара q_2 .

Оптимальное решение находим, используя метод обратной индукции

$$q_1^* = \frac{a + t - 2c_1 + c_2}{2}, \quad q_2^* = \frac{a - 3t + 2c_1 - 3c_2}{4}.$$

Учитывая (2), (3), получим $h_1^* = \frac{1}{2}(q_1^*)^2$ и $h_2^* = (q_2^*)^2$.

Проводя рассуждения аналогично задаче 1, будем иметь: $t^* = \frac{5a_0 + 2c_1 - 7c_2}{19}$.

Найдем оптимальные количества товаров и прибыли фирм в задаче 2

$$q_1^* = \frac{6}{19}(2a_0 - 3c_1 + c_2), \quad q_2^* = \frac{1}{19}(a_0 + 8c_1 - 9c_2),$$

$$h_1^* = \frac{18}{19^2}(2a_0 - 3c_1 + c_2)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{19^2}(a_0 + 8c_1 - 9c_2)^2.$$

Функция благосостояния общества W^* определяется аналогично задаче 1.

Задача 3. В данной задаче игроки принимают решение последовательно, но на первом этапе внешняя фирма экспортирует q_2 единиц товара, а затем внутренняя фирма, рассмотрев сложившуюся ситуацию, принимает решение о поставке на рынок q_1 единиц товара.

Используя метод обратной индукции, получим

$$q_1^* = \frac{a + 2t - 3c_1 + 2c_2}{4}, \quad q_2^* = \frac{a - 2t + c_1 - 2c_2}{2}.$$

Учитывая (2), (3), будем иметь $h_1^* = (q_1^*)^2$ и $h_2^* = \frac{1}{2}(q_2^*)^2$.

Проводя рассуждения аналогично задаче 1, получим: $t^* = \frac{3a_0 - c_1 - 2c_2}{10}$,

$$q_1^* = \frac{2}{5}(a_0 - 2c_1 + c_2), \quad q_2^* = \frac{1}{5}(a_0 + 3c_1 - 4c_2),$$

$$h_1^* = \frac{4}{25}(a_0 - 2c_1 + c_2)^2, \quad h_2^* = \frac{1}{50}(a_0 + 3c_1 - 4c_2)^2.$$

Функция благосостояния общества W^* определяется аналогично задаче 1.

Проанализируем результаты, полученные в задачах 1–3. Большую прибыль фирма получает, когда первой принимает решение о реализации товара на рынке. Далее следует результат в случае независимого принятия решения. Наименьшую прибыль в рассмотренном случае фирма получает, когда решение принимается в условиях информированности о действиях конкурента. Иными словами, если рынок уже «завоеван», то необходимы некоторые затраты, связанные с вхождением на рынок.

Теперь сравним во всех задачах суммарное количество товаров, реализуемых на рынке обоими фирмами. Это количество больше при последовательном принятии решений. Следует отметить, что в этом случае цена продукции будет меньше.

Проанализируем результаты деятельности правительства в указанных трех ситуациях. Функция W^* имеет наибольшее значение в задаче 2, когда первой «завоевывает» рынок внутренняя фирма. Результат для задачи 3 следует далее, когда первой на рынке реализует товар внешняя фирма. Функция W^* имеет наименьшее значение в задаче 1, в случае независимого принятия решений фирмами. Таким образом, можно сделать вывод, что информированность о действиях на рынке приносит больший экономический эффект для государства.

Литература

1. Кругман П. Р., Обстфельд М. Международная экономика. Теория и политика: Пер. с англ. М.: ЮНИТИ, 1997. 799 с.
2. Basar T. Olsder Dynamic Noncooperative Game Theory. London: Academic Press, 1982.
3. Gibbons R. Game Theory for Applied Economists. Princeton, NJ.: Princeton Univ. Press, 1992. 267 p.

V. Fahretdinova

GAME-THEORETIC MODEL PROBLEM OF INTERNATIONAL TRADE UNDER UNCERTAINTY

The article considers the game-theoretic model of the international trade problem under conditions of uncertainty (low or high economic activity of the market). We present three variants of this problem: the first problem, when parties (inside and outside the company) make a decision independently; the second problem, when the internal company makes a decision first, and then the outer one; finally, the third problem, when the outer company makes a decision first, and then the internal company does the same. The analysis of the results shows that a firm gets a larger profit when it decides to sale the goods in the market first. The result in case of making independent decisions is given. The company receives the lowest profit when the decision is made in the conditions of awareness of the actions of competitors.

Key words: *the demand function, the function of the winning firms, the function of social welfare.*

ФИЗИКА И ЕЁ ПРЕПОДАВАНИЕ

УДК 535.375

А. И. Ванин

К ТЕОРИИ ИНИЦИИРОВАННОГО ПОВЕРХНОСТЬЮ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА НА МОЛЕКУЛЕ, АДСОРБИРОВАННОЙ НА СФЕРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕ

В работе рассмотрен молекулярный механизм инициированного поверхностью комбинационного рассеяния (КР) света на молекуле, адсорбированной на сферической частице. Показана возможность усиления КР на два порядка в результате взаимодействия молекулы с поверхностными плазмонами.

Ключевые слова: комбинационное рассеяние, поверхностные плазмоны.

В последнее время возвращается интерес к исследованию влияния металлических наноразмерных частиц на свойства адсорбированных атомов и молекул, смещение и уширение электронных уровней, взаимодействие с поверхностными плазмонами, связанные состояния плазмон — фотон — атом в нанодисперсных системах [1]. Влияние поверхности на свойства молекулы наиболее рельефно проявляется в гигантском комбинационном рассеянии света (ГКР) (инициированное поверхностью рассеяние Рамана). Основные подходы сформировались давно: рассматриваются связанные состояния молекулы и твердого тела, модели индуцированного резонанса в [2], проводятся расчеты матрицы плотности системы молекула и сильно искривленная поверхность как в [3, 4].

Мы рассмотрим приближение молекулярного механизма усиления комбинационного рассеяния (КР) света [5] и несколько расширим его. В этом приближении вычисляются сдвиги и уширение электронных уровней энергии молекулы в результате взаимодействия с поверхностными плазмонами сферической частицы. Нас интересует размерная зависимость усиления комбинационного рассеяния света, в котором проявляются сдвиги и уширения уровней молекулы на поверхности. Мы используем метод причинной функции Грина длинноволнового излучения, который успешно использовался при вычислении энергии взаимодействия молекулы со сферической частицей [6, 7]. Использование причинной функции Грина позволяет рассматривать не только равновесные состояния частица-молекула, как в методе температурной функции Грина, но и стационарные состояния частица-молекула. Сдвиги и уширения уровней адсорбированной молекулы возникают в результате взаимодействия молекулы с поверхностными плазмонами частицы. Обычно используется теория возмущений по взаимодействию молекулы с поверхностными плазмонами, как и в [1, 2]. В нашем подходе поверхностные плазмоны — полюса функции Грина длинноволнового излучения и малым параметром теории является отношение расстояния между атомами вещества частицы к длине волны поверхностного

плазмона. Это позволяет рассматривать и случай сильного взаимодействия молекулы с поверхностными плазменными возбуждениями.

Энергию взаимодействия молекулы с частицей можно представить в виде:

$$\hat{V} = - \left\langle \hat{\mathbf{d}}_{\alpha} \cdot \hat{\mathbf{E}}_{\alpha} \right\rangle_{sp}, \quad (1)$$

где $\langle \quad \rangle_{sp}$ — усреднение по стационарному состоянию сферической частицы, $\hat{\mathbf{d}}$ — оператор электронного дипольного момента молекулы, $\hat{\mathbf{E}}$ — оператор напряженности флуктуационного длинноволнового электромагнитного излучения, причем $\langle \hat{\mathbf{E}}_{\alpha} \rangle_{sp} = 0$. Рассматриваем только взаимодействие с длинноволновым электромагнитным излучением, так как только оно может отвечать за размерную зависимость коэффициента усиления комбинационного рассеяния, которая наблюдается в эксперименте и интересует нас. Выделение длинноволновой части флуктуационного излучения производится стандартным образом. Производится обрезание Фурье-образа излучения на некотором k_0 таком, что $k_0 a \ll 1$ (a — межатомное расстояние в веществе сферической частицы). Параметр $k_0 a$ — второй малый параметр теории наряду с отношением радиуса корреляций в материале частиц к длине волны поверхностного плазмона сферической частицы.

Ограничимся рассмотрением двухуровневой молекулы на сферической частице. Уровни энергии и волновые функции состояний изолированной молекулы считаем известными. Вычислим матричные элементы энергии взаимодействия (1) по состояниям молекулы. Усреднение по состоянию сферической частицы проведем в технике причинной функции Грина. В низшем приближении по малому параметру $k_0 a$ отличны от нуля только диагональные матричные элементы

$$\langle i | \hat{V} | j \rangle = \delta_{ij} V_i \quad (i, j = 0, 1),$$

$$V_i = (\hbar/\pi) \int_0^{\infty} d\omega (\omega/c)^2 \Delta D_{\alpha\beta}(\omega) \Pi_{\alpha\beta}^{(i)}(\omega), \quad (2)$$

где $\Delta D_{\alpha\beta}(\omega)$ — разность причинной функции Грина при наличии частицы и причинной функции Грина излучения в вакууме [6], $\Pi_{\alpha\beta}^{(i)}(\omega)$ — диагональные матричные элементы причинного поляризационного оператора молекулы в состоянии $i = 0, 1$ (0 — основное состояние, 1 — возбужденное состояние) на поверхности частицы

$$\Pi_{\alpha\beta}^{(k)}(\omega) = - \frac{i \cdot d_{\alpha} d_{\beta}^*}{\hbar^2} \left[\frac{1}{\omega_k + \omega - i\delta} + \frac{1}{\omega_k - \omega - i\delta} \right],$$

где ω_0 — частота перехода в молекуле или атому в двухуровневом приближении, $\omega_1 = -\omega_0$, δ — частота затухания перехода, d — матричный элемент дипольного момента перехода в молекуле (в двухуровневом приближении). Мы не рассматриваем эффекты близкого действия и ограничиваемся поиском размерных эффектов. Интеграл в (2) берется поворотом контура интегрирования на $\pi/2$. При этом повороте необходимо учитывать обход полюсов поляризационного оператора $\Pi_{\alpha\beta}^{(1)}(\omega)$ в первой четверти комплексной плоскости ω . Сдвиг частоты перехода в молекуле с учетом ее взаимодействия со сферической частицей имеет вид:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty d\omega \frac{\omega_0^2 I(i\omega)}{\omega_0^2 + \omega^2} - I(\omega_0 + i\delta), \quad (3)$$

где первое слагаемое в правой части — обычное выражение для вклада сил Ван-дер-Ваальса, второе слагаемое — вклад от обхода полюса поляризационного оператора $\Pi_{\alpha\beta}^{(1)}(\omega)$ и носит резонансный характер, где $E = \hbar\omega_0$ — энергия электронного перехода в изолированной молекуле в двухуровневом приближении. В формуле (3)

$$I(\omega) = \frac{k\alpha}{ir^2} \sum_{l,\mu,\lambda} (2l+1) A_l^{(\mu)}(\omega) \frac{j_l(kR) h_l^{\mu\lambda}(kr) h_l^{\mu\lambda}(kr)}{(l+1) h_l(kR)}, \quad (4)$$

где α — поляризуемость двухуровневой молекулы на нулевой частоте, r — положение молекулы, R — радиус частицы, $k = \frac{\omega}{c}$ (c — скорость света), $A_l^{(\mu)}(\omega)$ — магнитная ($\mu = 0$), электрическая ($\mu = 1$) l -мультипольные поляризуемости сферической частицы:

$$A_l^{(0)}(\omega) = -\frac{f_l(kR) - f_l(qR)}{\tilde{f}_l(kR) - f_l(qR)}, \quad A_l^{(1)}(\omega) = -\frac{\varepsilon(\omega) f_l(kR) - f_l(qR)}{\varepsilon(\omega) \tilde{f}_l(kR) - f_l(qR)},$$

где $q = \frac{\omega}{c} \sqrt{\varepsilon(\omega)}$,

$$f_l(x) = \frac{\partial [x j_l(x)] / \partial x}{\sqrt{l(l+1)} j_l(x)}, \quad \tilde{f}_l(x) = \frac{\partial [x h_l(x)] / \partial x}{\sqrt{l(l+1)} h_l(x)},$$

где здесь и выше, $j_l(x)$, $h_l(x)$ — функции Бесселя и Ханкеля первого рода соответственно. В формуле (4) функции

$$h_l^{00}(x) = x h_l(x), \quad h_l^{0\pm 1}(x) = h_l^{10}(x) = 0, \quad h_l^{11}(x) = \frac{\partial [x h_l(x)]}{\partial x}, \quad h_l^{1-1}(x) = \sqrt{l(l+1)} h_l(x).$$

Мы ограничились рассмотрением симметричной адсорбированной молекулы $\alpha_{\gamma\beta} = \alpha \cdot \tilde{\delta}_{\gamma\beta}$. В случае малых сферических частиц, kR , $qR \ll 1$, сдвиг частоты перехода можно представить в виде:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\alpha}{2r^3} \sum_l (l+1)(2l+1) \left(\frac{R}{r}\right)^{2l+1} \left[g_l(\omega_0 + i\varepsilon) - \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{g_l(i\omega_0 x)}{1+x^2} dx \right], \quad (5)$$

где $g_l(\omega)R^3 = \frac{\varepsilon(\omega)-1}{\varepsilon(\omega)+\frac{l+1}{l}} \cdot R^3$ — l -я мультипольная поляризуемость малой сферической частицы.

При получении (5) использовались равномерные асимптотические разложения сферических функций Бесселя при kR , $|qR| \ll 1$ и при $l \gg 1$, таких, что и $l \gg kR$, $|qR|$. Формула (5) является хорошим приближением и в случае больших частиц, kR , $|qR| \gg 1$, так как основной вклад в формуле (5) дают $l \gg kR$, $|qR|$ и именно эти большие l дают основной вклад, доминируют. В формуле (5) E — энергия электронного перехода в изолированной молекуле (двух-уровневое приближение), ΔE — сдвиг энергии электронного перехода молекулы в результате взаимодействия с поверхностными плазмонами частицы, фактически образования связанных состояний молекула — плазмон.

При выполнении условия $\frac{r-R}{R} \ll 1$ для малых частиц и в случае больших частиц kR , $|qR| > 1$ можно провести суммирование в (4) по l . Основной вклад в сумму вносят $l \gg kR$, $|qR|$, где можно воспользоваться равномерными асимптотическими разложениями функций Бесселя, предложенными В. А. Фоком. После замены суммирования интегрированием в (5) получим

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\alpha}{4(h)^3} \left[g_\infty(\omega_0 + i\delta) - \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{g_\infty(i\omega_0 x)}{1+x^2} dx \right] + \frac{\alpha}{2r^3} \sum_{l=1}^L (l+1)(2l+1) \left(\frac{R}{r}\right)^{2l+1} g_l(\omega_0 + i\varepsilon), \quad (6)$$

где $h = r - R$, возвышение молекулы над поверхностью сферической частицы. В формуле (6) в первом слагаемом фактически нет размерных вкладов, доминирует ближкодействие [5]. Во втором слагаемом суммирование ведется до некоторого конечного L , но значительно большего единицы и $|qR|$. Это слагаемое содержит размерные вклады.

Если нет близости частоты перехода в изолированной молекуле к частотам поверхностных плазмонов частицы (например, первому $\omega_1 = \frac{\omega_p}{\sqrt{3}}$), основной вклад в (5) дает первое слагаемое в (6). Если частота перехода в адсорбированной молекуле близка к частоте первого поверхностного плазмона частиц, которое в (6) соответствует $l=1$ в сумме по l , которое в этом случае может быть существенным и даже заметно превосходить первое слагаемое в (6), то

$$\frac{\Delta E}{E} = 3 \left(\frac{R}{r} \right)^3 g_1(\omega_0 + i\delta) \frac{\alpha}{r^3} + \left(g_\infty(\omega_0 + i\delta) - \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{g_\infty(i\omega_0 x)}{1+x^2} dx \right) \frac{\alpha}{4h^3}. \quad (7)$$

Первое слагаемое в (7) содержит малый параметр $\frac{\alpha}{r^3}$, но резонанс в функции $g_1(\omega_0 + i\delta)$ может компенсировать малый параметр $\frac{\alpha}{r^3}$. Последующие вклады в сумму по l тоже могут быть существенными при близости частоты перехода в молекуле к частоте поверхностных плазмонов частицы $\omega_l = \omega_p / \sqrt{2l + \frac{1}{l}}$.

Рассмотрим металлические частицы, материал которых описывается диэлектрической проницаемостью

$$\varepsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + \gamma(R)\omega_p)}$$

в гидродинамическом приближении с частотой плазменных колебаний ω_p и частотой столкновений электронов $\gamma(R)\omega_p \approx \gamma_b\omega_p + \frac{V_F}{R}$, где $\gamma_b\omega_p$ — частота столкновений в объеме, V_F — скорость на поверхности Ферми.

Резонансный вклад взаимодействия молекулы с первым поверхностным плазмоном $\omega_1 = \frac{\omega_p}{\sqrt{3}}$ в энергию перехода (7) можно представить в виде

$$\left. \frac{\Delta E}{E} \right|_{res} = \frac{\alpha}{r^3} \frac{3}{1 - 3\Omega_0^2 - i3\Omega_0(2\Gamma + \gamma(R))} \cdot \left(\frac{R}{r} \right)^3,$$

где $\Omega_0 = \omega_0/\omega_p$, $\Gamma = \delta/\omega_p$, $E = \hbar\omega_0$, напомним, что ω_0 — частота перехода в изолированной молекуле. При близости частоты перехода в изолированной молекуле к частоте первого поверхностного плазмона сферической частицы ω_1 возможны значительные сдвиги уровней молекулы. Например, максимальное уширение перехода порядка величины

$$\left. \frac{\Delta E}{E} \right|_{res} \approx \frac{\sqrt{3}\alpha}{\gamma(R)R^3}.$$

Численные оценки сдвига и уширения энергии перехода приведены на рисунках 1, 2 (поляризуемость молекулы на нулевой частоте $\alpha = 10^{-2}$ нм³, $\hbar = 0,4$ нм, радиусы частицы 2 и 5 нм). При близости частоты перехода в изолированной молекуле к частоте поверхностных возбуждений частицы имеем значительные изменения ширины перехода, которые характеризуются реальной частью $\frac{\Delta E}{E_0}$ рис. 1) и значительное уширение перехода, соответствующее мнимой части $\frac{\Delta E}{E_0}$ рис. 2).

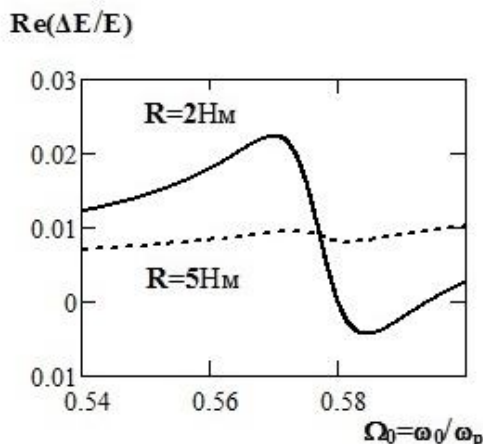


Рис. 1. Зависимость сдвига уровня адсорбированной молекулы от частоты перехода

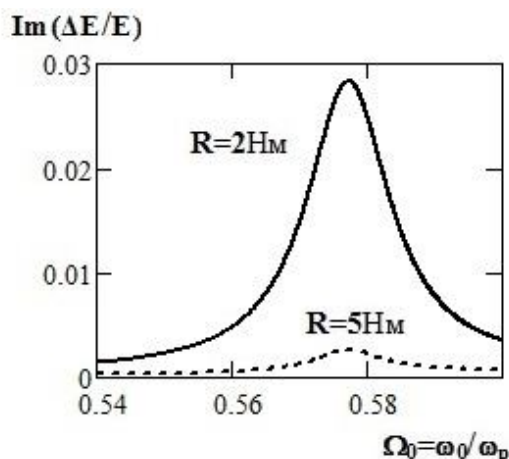


Рис. 2. Зависимость уширения уровня адсорбированной молекулы от частоты перехода $\Omega_0 = \omega_0/\omega_p$. Значительное уширение уровня наблюдается при близости частоты перехода к частоте первого поверхностного плазмона сферической частицы $\Omega_1 \approx 0,57$

Большие коэффициенты усиления комбинационного рассеяния света на молекулах могут быть связаны с тем, что КР, будучи нерезонансным для изолированных молекул, становится, в результате сдвигов уровней, резонансным для молекул, адсорбированных на частице (обычно следствие хемосорбции, у нас физическая адсорбция). В общем случае необходимо учитывать как сдвиги уровней (7), (5), так и усиление за счет изменения локального поля падающего и рассеянного излучения частицей.

Коэффициент усиления КР на молекуле, адсорбированной на частице, можно представить в виде

$$F(\omega_L, \omega_S) = \frac{\left| \left\langle f \left| \hat{\mathbf{E}}(\omega_S) \right| i \right\rangle_{adsorb} \right|^2}{\left| \left\langle f \left| \hat{\mathbf{E}}(\omega_S) \right| i \right\rangle_{free} \right|^2}, \quad (7)$$

где ω_L — частота лазерного воздействия, ω_S — частота рассеянного света, $\left\langle f \left| \hat{\mathbf{E}}(\omega_S) \right| i \right\rangle$ — напряженность рассеянного молекулой электрического поля (при переходе из начального состояния i в конечное состояние f). При переходе электронное состояние молекулы не меняется, меняется только колебательное состояние.

После усреднения по основному состоянию частицы (стационарному состоянию частица — молекула) имеем коэффициент усиления КР

$$F(\omega_L, \omega_S) = \frac{\left| \sum_{l,m,i,k=x,y,z} D_{lm}(\mathbf{r}_S - \mathbf{r}_0, \omega_S) M_{mi}^p(\omega_S, \omega_L) D_{ik}(\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}_L, \omega_L) j_k^{out}(\mathbf{r}_l, \omega_L) \right|^2}{\left| \sum_{l,m,i,k=x,y,z} D_{lm}^{(0)}(\mathbf{r}_S - \mathbf{r}_0, \omega_S) M_{mi}^0(\omega_S, \omega_L) D_{ik}^{(0)}(\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}_L, \omega_L) j_k^{out}(\mathbf{r}_l, \omega_L) \right|^2}, \quad (8)$$

где $D_{ik}(\mathbf{r} - \mathbf{r}', \omega) = D_{ik}^{(0)}(\mathbf{r} - \mathbf{r}', \omega) + \Delta D_{ik}(\mathbf{r} - \mathbf{r}', \omega)$ — причинная функция Грина длинноволнового излучения при наличии частицы [6], $D_{ik}^{(0)}(\mathbf{r} - \mathbf{r}', \omega)$ — причинная функция Грина длинноволнового излучения в вакууме, $\mathbf{j}^{out}(\omega_L)$ — источник излучения, \mathbf{r}_L — его положение, \mathbf{r}_0 — положение молекулы на частице, \mathbf{r}_S — положение регистрирующей системы. В формуле (8) $M_{ik}^p(\omega_S, \omega_L)$ — матричный элемент электронного перехода в молекуле, усредненный по основному состоянию частицы, $M_{ik}^0(\omega_S, \omega_L)$ — матричный элемент перехода в изолированной молекуле:

$$M_{\alpha\beta}^k(\omega_L, \omega_S) = \sum_n \left[\frac{\left\langle f \left| \hat{\mathbf{d}}_\alpha \right| n \right\rangle \left\langle n \left| \hat{\mathbf{d}}_\beta \right| i \right\rangle}{E_n^k - \hbar\omega_L} + \frac{\left\langle f \left| \hat{\mathbf{d}}_\beta \right| n \right\rangle \left\langle n \left| \hat{\mathbf{d}}_\alpha \right| i \right\rangle}{E_n^k + \hbar\omega_S} \right],$$

где $k = 0, p$, E_n^p — энергии n -го виртуального уровня молекулы адсорбированной на сферической частице и E_n^0 — энергии n -того виртуального уровня изолирован-

ной молекулы, $\langle f | \hat{\mathbf{d}}_\alpha | i \rangle$ — матричные элементы дипольных переходов. Уровни энергии молекулы в присутствии частицы вычисляются, как и выше для молекулы в двухуровневом приближении. Сдвиги уровней даются формулой (5).

Для бесконечно удаленных источника и приемника излучения коэффициент усиления КР (8) молекулы на малой сферической частице ($kR, |qR| \ll 1$) принимает следующий вид:

$$F(\omega_S, \omega_L) = \left| 1 + 2 \left(\frac{R}{r} \right)^3 g_1(\omega_L) \right|^2 \left| 1 + 2 \left(\frac{R}{r} \right)^3 g_1(\omega_S) \right|^2 \left| \frac{E - \hbar\omega_L}{E + \Delta E - \hbar\omega_L} \right|^2. \quad (9)$$

Первые два множителя отвечают за чисто электромагнитный механизм усиления КР (усиление локального поля на частоте падающего и рассеянного излучения вблизи частицы). Третий множитель отвечает за молекулярный механизм усиления. На рисунке 3 приведена зависимость коэффициента усиления КР от частоты перехода в адсорбированном атоме. Наблюдается увеличение на два порядка коэффициента усиления КР, обусловленное изменением частоты перехода в молекуле при резонансном взаимодействии молекулы с первым поверхностным плазмоном частицы, относительно чисто электромагнитного механизма усиления. На рисунке 4 приведена зависимость коэффициента усиления КР от частоты вынуждающего излучения (поляризуемость атома на нулевой частоте $\alpha = 10^{-2} \text{ нм}^3$, $h = 0.4 \text{ нм}$, $\Omega_S = \Omega_L - 0.025$). Наблюдается значительный рост коэффициента усиления КР относительно электромагнитного усиления.

Если частица имеет поверхностный слой (не рассматриваемые молекулы), то в (7) и (9) необходимо заменить поляризуемость частицы без поверхностного слоя $R^3 g_1(\omega)$ на поляризуемость частицы с поверхностным слоем [6, 7]. Если частицы образуют группы, необходимо учесть изменение спектра поверхностных плазмонов, например, как [8]. Формулы (8), (9) объединяют молекулярный и чисто элек-

тромагнитный

механизмы

усиления

КР.

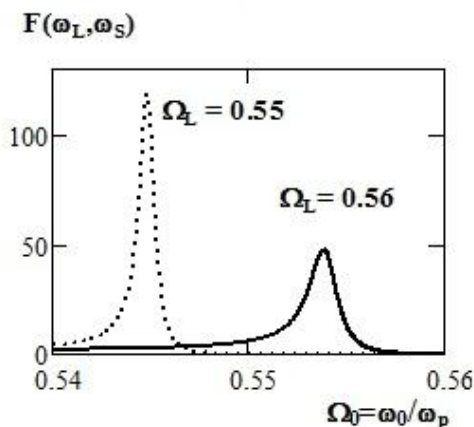


Рис. 3. Зависимость коэффициента усиления КР на адсорбированной молекуле от частоты перехода $\Omega_0 = \omega_0/\omega_p$ при двух значениях частоты падающего излучения $\Omega_L = \omega/\omega_p$

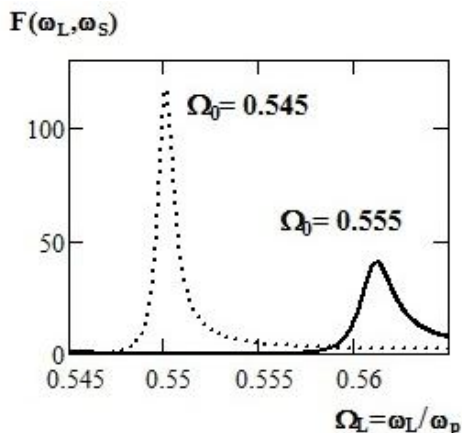


Рис. 4. Зависимость коэффициента усиления КР на адсорбированной молекуле от частоты падающего излучения Ω_L при двух значениях частоты перехода в адсорбированном атоме Ω_0

Литература

1. Zuev V. S., Zueva G. Ya. Very slow surface plasmons: theory and practice. arXiv: physics/0811.010503. 2008.
2. Гигантское комбинационное рассеяние / Под ред. Р. Ченга, Т. Фуртака, М., Мир, 1984. 408 с.
3. Agarval G. S., Neil S. V. Phys. Rev. B. 1983. V. 28. P. 487–493.
4. Prasad S., Glauber R. J. Phys. Rev. A. 1985. V. 31. 1583–1597.
5. Ванин А. И. Оптика и спектроскопия. 1998. Т. 85. № 3. С. 390–391.
6. Ванин А. И., Тулуб А. В. Физика твердого тела. 1987. Т. 29. С. 1955–1958.
7. Ванин А. И., Тулуб А. В. Физика многочастичных систем. 1990. № 17. С. 87–103.
8. Ванин А. И. Журнал прикладной спектроскопии. 1997. Т. 64. № 2. С. 228–231.

**ON THE THEORY OF SURFACE ENHANCED RAMAN SCATTERING
OF LIGHT BY A MOLECULE ADSORBED
ON A SPHERICAL PARTICLE**

The paper discusses the molecular mechanism of Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) of light by a molecule adsorbed on a spherical particle. There exists the possibility of the Raman Scattering strengthening by two orders of magnitude as a result of interaction of the molecule with the surface plasmons.

Key words: Surface Enhanced Raman Scattering, surface plasmons.

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В СИСТЕМЕ ТВЕРДОЕ ТЕЛО — ГАЗ ПРИ МАЛЫХ ЧИСЛАХ КНУДСЕНА

Рассмотрен подход, позволяющий использовать разрывной метод Галёркина для расчета распределения температуры в системе твёрдое тело — газ с учетом скачка температур на границе раздела газа и твердого тела.

Ключевые слова: разрывной метод Галёркина, микроэлектромеханические системы, малые числа Кнудсена.

В связи с расширяющимся использованием микроэлектромеханических систем [1] возрастает роль технологий расчета распределений температур в устройствах микронных размеров, находящихся в газовой среде или содержащих газовые включения малых объемов. Особую роль при этом играют различные численные методы расчета, т. к. структура таких устройств может быть достаточно сложной для применения аналитических методов. При этом достаточно часто вследствие малости характерного размера задачи распределение температуры T можно считать квазистационарным и описывать уравнением Пуассона [2, 3]:

$$-\nabla(\kappa_p \nabla T) = f, \quad (1)$$

где κ_p — теплопроводность вещества в рассматриваемой точке, f — плотность мощности тепловых источников.

Если размеры исследуемой области и её подобластей много больше длины свободного пробега молекул газа, то распределение температуры во всей области можно считать непрерывным, и нахождение распределения температур в рассматриваемой области, по крайней мере, при заданных значениях температуры на её границах, в настоящее время является достаточно простой задачей. Однако когда в рассматриваемой области размеры подобластей твёрдых тел, граничащих с газом, становятся сравнимыми с длиной свободного пробега молекул газа, задача осложняется тем, что распределение температур уже нельзя считать непрерывным и необходимо учитывать, что на поверхности соприкосновения неравномерно нагретого газа и твёрдого тела имеется некоторая разность температур. При этом, если число Кнудсена (отношение средней длины свободного пробега молекул газа к характерной длине системы) не превышает 0,1, при нахождении распределения температур можно использовать подход, в котором в каждой подобласти используется континуальное описание, а температуры газа и твердого тела на границе их раздела связаны уравнением [4]

$$T_g - T_s = K_T (\nabla T)_g \mathbf{n}_g, \quad (2)$$

где T_g — температура газа на поверхности раздела сред, T_s — температура твердого тела на этой поверхности, $(\nabla T)_g$ — градиент температуры газа на границе раздела

сред, \mathbf{n}_g — вектор нормали к данной поверхности, проведенный от твердого тела в газ, K_T — коэффициент скачка температуры, значение которого вычисляется методами кинетической теории газов и по порядку величины равно средней длине свободного пробега молекул газа. В том случае, когда газ полностью ограничен поверхностью твёрдого тела и ищется распределение температуры в газе при заданном распределении T_s на поверхности твёрдого тела, нахождение соответствующего решения не представляет существенных сложностей [5]. Необходимость же учёта скачков температуры на границах раздела газа и твердого тела, находящихся внутри исследуемой области, существенно усложняет проведение соответствующих численных расчетов, так как фактически предполагает согласование решений для отдельных областей на границах их соприкосновения. В данной работе рассматривается возможность преодоления таких проблем на основе использования для таких расчетов разрывного метода Галёркина.

Рассмотрим некоторую область пространства, граница которой нигде не является границей раздела газа и твёрдого тела, и поэтому на ней скачки температуры отсутствуют. Будем считать, что на этой границе Γ_D известно распределение температуры T_D . Внутри области имеются границы Γ_S раздела сред, на которых необходимо учитывать наличие скачков температур. Будем полагать, что перепады температур внутри рассматриваемой области достаточно малы для того, чтобы теплопроводность κ_g газа можно было считать постоянной величиной. Кроме того, будем считать, что число Кнудсена достаточно мало для того, чтобы распределение температур T в рассматриваемой области можно было искать исходя из уравнения (1) с использованием условия (2) на границах разделов газа и твердого тела. Разобьем исследуемую область Ω на подобласти Ω_i (геометрические конечные элементы) в соответствии с выбранной расчетной сеткой, где i — номер области. При этом расчетная сетка должна быть выбрана так, чтобы границы разделов сред совпадали с некоторыми границами некоторых подобластей. Следуя традиционному подходу [6], умножим правую и левую части уравнения (1) на некоторую пробную гладкую в каждой из подобластей Ω_i функцию v , применим формулу Грина для каждой из подобластей и, полагая, что искомое распределение T также описывается внутри каждой подобласти гладкой функцией, получаем [7]:

$$\int_{\Omega} f v dV = \int_{\Omega} \kappa_p (\nabla T)(\nabla v) dV + \sum_i \int_{\partial\Omega_i} (-\kappa_p \nabla T)_{\Omega_i} \cdot \mathbf{n}_i v|_{\Omega_i} dS. \quad (3)$$

Здесь $\partial\Omega_i$ — граница подобласти Ω_i , V — объём, если рассматривается трёхмерная геометрическая область, или площадь, если речь идет о двумерной задаче, S — площадь, если граница представляет собой двумерную поверхность, или длина, если речь идет о двумерной задаче, \mathbf{n}_i — внешний по отношению к подобласти Ω_i вектор нормали к границе этой подобласти. Теперь осталось согласовать входящие в последнее слагаемое уравнения (3) потоки тепла так, чтобы получить искомое решение с заданными условиями на границе области, с требуемыми скачками на границах раздела газа и твёрдого тела и непрерывное на остальных границах раздела подобластей. Следуя распространенному подходу [6, 7], введем для этих целей

оператор скачка и оператор среднего на границе. Пусть u некоторая гладкая в пределах каждой подобласти функция, u_{ext} — предельное значения u на границе текущего элемента области при стремлении к ней извне, т. е. предельное значение функции в соседней подобласти, а u_{int} — предельное значения u на границе текущего элемента области при стремлении к ней изнутри, т. е. предельное значение функции в текущей подобласти. Тогда оператор скачка $[]_i$ на границе $\partial\Omega_i$ подобласти Ω_i определяется выражением

$$[u]_i = u_{ext} - u_{int}.$$

Оператор среднего $\{ \}_i$ на границе $\partial\Omega_i$ определяется выражением

$$\{u\}_i = \frac{1}{2}(u_{ext} + u_{int}).$$

Как следует из закона сохранения энергии, поток тепла через любую границу двух соседних подобластей непрерывен, поэтому на любой границе подобласти Ω_i с другой подобластью

$$[\mathbf{n}_i \kappa_p \nabla T]_i = 0. \quad (4)$$

Умножая правую и левую части уравнения (2) на теплопроводность κ_g газа и используя (4), получаем следующее условие на границе раздела газа и твёрдого тела:

$$(\kappa_p (\nabla T))|_{\Omega_i} \mathbf{n}_i = [T]_i \frac{\kappa_g}{K_T}. \quad (5)$$

Из (3)–(5), следуя подходу, изложенному в [7], получаем следующую слабую форму уравнения Пуассона с согласованными потоками на границах раздела твёрдого тела и газа:

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} \frac{f v}{\kappa_g} dV &= \int_{\Omega} \kappa (\nabla T)(\nabla v) dV + \sum_i \int_{\partial\Omega_i / \Gamma_S} (-\kappa \nabla T)|_{\Omega_i} \mathbf{n}_i v|_{\Omega_i} dS + \\ &+ \frac{1}{2} \sum_i \int_{(\partial\Omega_i \cap \Gamma_S)} [T]_i [v]_i \frac{1}{K_T} dS, \end{aligned} \quad (6)$$

где $\kappa = \kappa_p / \kappa_g$.

Что же касается согласования потоков, позволяющего обеспечить непрерывность распределения температуры на остальных границах разделов подобластей и выполнение заданных условий на границе Γ_D , то для решения данной задачи существует целый ряд хорошо проработанных методов [6, 8] и, в принципе, мы можем воспользоваться любым из них. Для того, чтобы не усложнять изложение несущественными для цели данной работы деталями, воспользуемся методом Бауманна — Одена [9] как наиболее простым из них. Следуя этому подходу [7, 8], из (6) получаем следующую итоговую слабую форму:

$$\int_{\Omega} \frac{f v}{\kappa_g} dV = \int_{\Omega} \kappa (\nabla T) (\nabla v) dV + \\ + \frac{1}{2} \sum_i \int_{\partial \Omega_i / (\Gamma_D \cup \Gamma_S)} ([v]_i \{ \kappa \mathbf{n}_i \nabla T \}_i - [T]_i \{ \kappa \mathbf{n}_i \nabla v \}_i) dS + \frac{1}{2} \sum_i \int_{(\partial \Omega_i \cap \Gamma_S)} [T]_i [v]_i \frac{1}{K_T} dS \\ + \sum_i \int_{(\partial \Omega_i \cap \Gamma_D)} (T \kappa \nabla v - \kappa v \nabla T - T_D \kappa \nabla v)_{|\Omega_i} \mathbf{n}_i dS. \quad (7)$$

Детальные описания различных вариантов нахождения численного решения поставленной задачи по её известной слабой форме можно найти в соответствующей литературе [10–13].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Государственного задания, проект 074.01.10.0210059611

Литература

1. MEMS: Introduction and Fundamentals / Ed. Mohamed Gad-el-Hak. FL: CRC Press, 2006. 488 p.
2. Малай Н. В., Плесканев А. А., Шукин Е. Р. // ЖТФ. 2006. Т. 76. Вып. 3. С. 25–29.
3. Яламов Ю. И., Хасанов А. С. // ЖТФ. 1998. Т. 68. Вып. 4. С. 1–6.
4. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979. С. 72.
5. Chaudhuri A., Guha C., Dutta T. K. // Chem. Eng. Technol. 2007. Vol. 30. No. 4. P. 425–430.
6. Girault V., Wheeler M. F. // Partial Differential Equations. Modelling and Numerical Simulation. Series: Computational Methods in Applied Sciences. Vol. 16. 2008. P. 3–26.
7. Carnes B. R., Copps K. D. Thermal Contact Algorithms in SIERRA Mechanics. Albuquerque: Sandia National Laboratories. 2008. 65 p.
8. Rivière B. Discontinuous Galerkin methods for solving elliptic and parabolic equations: theory and implementation. FL: SIAM. 2008. 190 p.
9. Baumann C. E., Oden J. T. // Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 1999. Vol. 175. No. 3. P. 311–341.
10. Hesthaven J. S., Warburton T. Nodal discontinuous Galerkin methods: algorithms, analysis, and applications. NY: Springer. 2007. 501 p.
11. Li B. Q. Discontinuous finite elements in fluid dynamics and heat transfer. London: Springer. 2006. 595 p.
12. Di Pietro D. A., Ern A. Mathematical aspects of discontinuous Galerkin methods. NY: Springer. 2011. 401 p.
13. Chen Z. Finite element methods and their applications. Berlin : Springer. 2005. 410 p.

S. Grashchenkov

NUMERICAL CALCULATION OF TEMPERATURE FIELD IN SOLID - GAS SYSTEM AT SMALL KNUDSEN NUMBER

The approach that allows to use Discontinuous Galerkin method for the calculation of the temperature field in the solid – gas system was considered taking into account temperature jump at the interface between gas and solid.

Key word: *Discontinuous Galerkin method, MEMS, small Knudsen number.*

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

В работе представлено теоретическое обоснование использования проектной деятельности при изучении физики в средней школе.

Ключевые слова: проектная деятельность, мотивация, проекты по физике.

Метод проектов, используемый в современных школах, впервые возник в 20-е годы XX века в США, использовался и в российском образовании начала прошлого века. Но, к сожалению, с годами метод проектов, т. е. способ познавательной деятельности, инструмент познания, был подменен просто проектами, под которыми стали понимать определенный практический результат деятельности. Метод проектов предусматривает обязательно наличие проблемы, требующей исследования. Это определенным образом организованная поисковая, исследовательская деятельность учащихся, индивидуальная или групповая, которая предусматривает не только достижение результата и его оформления, но организацию процесса достижения этого результата.

Такая работа позволяет ученикам не только лучше усвоить учебный материал, развить познавательные навыки, но и попробовать себя в различных ролях общественного взаимодействия, что важно для социальной адаптации в обществе.

Современный проект учащегося — это дидактическое средство активизации познавательной деятельности, формирование соответствующих личностных качеств [3]. Это совместная деятельность учителя и ученика, направленная на поиск решения проблемы, разрешение проблемной ситуации.

Метод проектов предполагает необходимость интегрирования знаний, умений из различных областей физики как науки, техники, технологии, творческих областей.

Физика для многих учеников является сложным предметом. Каждый педагог в своей практике рано или поздно сталкивается с проблемой отсутствия учебной мотивации к предмету у некоторых учеников. Это закономерно — человеку не может нравиться все и сразу.

При использовании учебных проектов по физике необходимо учитывать интересы учащихся и требования к результатам при выборе темы.

Метод проектов можно применять в обычном классе в виде самостоятельной, индивидуальной, групповой работы учащихся в течение различного по продолжительности времени.

Проекты по физике можно разделить на следующие виды:

– **прикладные**, когда в результате получается четко обозначенный с самого начала результат деятельности. Это может быть документ, созданный на основе полученных результатов исследования; программа действий, рекомендации; спра-

вочный материал; словарь; аргументированное объяснение какого-либо физического явления и т. д. Например, «Уменьшение звукового воздействия на учащихся школы № 11», «Безопасность при ледоходе на реке Великой в черте города», «Оптимизация использования иллюминации в новогодние праздники»;

– **исследовательские**, под которыми подразумевается деятельность учащихся, направленная на решение творческой, исследовательской проблемы (задачи) с заранее не известным решением и предполагающая наличие основных этапов, характерных для научного исследования. Выполняются они в ходе факультативов, при работе творческих мастерских. Например, «Энергетика вчера, сегодня, завтра», «Настольный теннис и физика», «Исследование изменения атмосферного давления в зданиях города»;

– **информационные** направлены на работу с информацией о каком-либо физическом объекте, явлении. Предполагается ознакомление участников проекта с конкретной информацией, ее анализ и обобщение уже для широкой аудитории. Такие проекты, как и исследовательские, требуют хорошо продуманной структуры и возможности ее коррекции по ходу работы, они часто интегрируются в исследовательские и становятся их составляющей. Например, «Пока горит свеча», «Созвездия на зимнем небе и их наблюдение в Пскове», «Уровень радиации в здании школы»;

– **ролевые (игровые)**, в которых структура только намечается и остается открытой до завершения работы. Участники проекта принимают на себя определенные роли, обусловленные характером и содержанием проекта. Это могут быть исторические персонажи или выдуманные герои; имитируются социальные или деловые отношения, осложняемые гипотетическими игровыми ситуациями. Результаты этих проектов намечаются в начале их выполнения, но окончательно вырисовываются лишь в самом конце. Степень творчества здесь очень высока. Часто бывают межпредметными. Например, «Эврика, — воскликнул Архимед», «Вода в решете», «Физика на пикнике»;

– **творческие** проекты, как правило, не имеют детально проработанной структуры совместной деятельности участников, она только намечается и далее развивается, подчиняясь конечному результату. В процессе деятельности необходимо договариваться о планируемых результатах и форме их представления (в совместной газете, сочинении, видеофильме, драматической постановке, игре, шоу-празднике, экспедиции и т. д.). Оформление результатов творческого проекта требует четко продуманной структуры в виде сценариев, планов, опорных конспектов статей, репортажей, комментариев и пр., дизайна и рубрик альманахов, газет, журналов, альбомов и т. д. [6]. Например, «Курица и яйцо (о способах высиживания птенцов)», «Тайна магнита», «Физика на кухне».

Для результативной деятельности по организации проектной деятельности учащихся при изучении физики учителю необходимо самому четко понимать **дидактические характеристики учебных проектов** [3]:

1. Наличие значимой проблемы (задачи), требующей интегрированного знания, исследовательского поиска для ее решения.

2. Практическая, теоретическая, познавательная значимость предполагаемых результатов.

3. Самостоятельная (индивидуальная, парная, групповая, коллективная) деятельность учащихся.

4. Структурирование содержательной части проекта (с указанием поэтапных результатов).

5. Использование конкретных исследовательских процедур.

Проект по физике может быть итоговым, когда по результатам его выполнения оценивается освоение учащимися определенного учебного материала, и текущим, когда на самообразование и проектную деятельность выносятся из учебного курса лишь часть содержания обучения. В любом случае учитель должен отразить это в своем учебном плане.

В случае длительной проектной деятельности необходимо составить **календарь работы** над учебными проектами:

Содержание работ	Срок	Исполнитель	Примечания
Вводный этап. Установочное занятие: цели, задачи, основной замысел, примерная тематика			
Консультация по выбору тематики. Формулирование основных идей и замыслов			
Формирование проектных групп			
Обсуждение идей будущих проектов, составление планов работы над проектами			
Утверждение тем проектов и планов работы над ними.			
Поисковый этап. Сбор и систематизация материалов			
Организационно-консультационное занятие: промежуточные отчеты учащихся			
Индивидуальные и групповые консультации			
Обобщающий этап. Оформление результатов			
Консультации: предзащита проектов			
Доработка проектов с учетом замечаний и предложений			
Подготовка к публичной защите проектов			
Заключительный этап. Публичная защита проектов			
Подведение итогов, анализ выполненной работы			
Итоговый этап. Награждение и аттестация			
Обобщение материалов. Оформление отчетов			

Наряду с долгосрочными проектами по физике существуют и мини-проекты, которые реализуются в рамках одного или нескольких уроков [12]. Их особенностью является необходимость включения в работу всего класса. Данный вид проектной деятельности представляется наиболее ценным на начальном этапе изучения физики, когда ученики только знакомятся с новым предметом, и сформировать устойчивый интерес к физике необходимо.

Урок мини-проект может представлять собою фронтальную лабораторную работу (например, «Определение плотности фруктов и овощей»), решение задач, представленных в неявном виде в сказках, баснях и небылицах (например, «Лебедь, рак и щука»), обсуждение выполненных домашних работ (например, по выполнению домашних экспериментов), межпредметное занятие (обсуждение кинофильмов, литературных произведений и т. д.). Даже при выполнении таких мини-проектов у учащихся наблюдается повышение уровня мотивации к изучению физики.

Большая доля самостоятельности и личной ответственности за выполнение проекта ведет к повышению таких качеств, как развитие трудолюбия, внимания, памяти, целенаправленного восприятия [10]. А успешное выполнение и защита своего проекта формируют самоуважение.

При выполнении любой проектной деятельности учащийся должен произвести защиту своего проекта в выбранной совместно с учителем форме, пройти обсуждение и получить оценку (в численном или качественном выражении).

Как показывает практика, мотивированные дети — это дети, обладающие высокой степенью самостоятельности, любознательные, уверенные в своих силах, умеющие ставить цели, способные проводить самоанализ своей деятельности [5]. Использование проектной деятельности при обучении физике повышает мотивацию учащихся.

Пример исследовательского проекта по физике *«Исследование изменения атмосферного давления в зданиях города»*. Реализован в 7 «А» и 7 «Б» классах МБОУ средней школы № 11 города Пскова. Временной промежуток для выполнения проекта составил 2 недели. Занятость учащихся частичная, т. к. были созданы группы по 4–5 человек, выполняющие разные проекты в соответствии со следующими этапами:

- проблема исследования: атмосферное давление различно на разных высотах;
- гипотеза: на нижних и верхних этажах зданий атмосферное давление должно отличаться;
- план исследовательских действий: изучить теорию вопроса, определить здания, в которых необходимо измерять атмосферное давление;
- сбор данных: каждая исследовательская группа посетила 2 здания в ближайшем районе, в том числе исследования проводились и в здании школы;
- сопоставление данных, выводы;
- отчет о проделанной работе;
- обсуждение результатов, корректировка выводов;
- построение окончательного заключения, оформление проекта.

Литература

1. Богуславский А. А. Одомашненная современная физика. Коломна: Коломенский гос. пед. институт, 2009.
2. Браверман Э. М. Внеклассная работа по физике: содержание и методика проведения: М.: Высш. шк., 1990.
3. Бурков В. Н. Как управлять проектами. М., 1997.
4. Методика преподавания физики в 7–8 классе средней школы. Пособие для учителя / Под ред. А. В. Усовой. М.: Просвещение, 1990.

5. Муравьев А. В. Как учить школьников самостоятельно приобретать знания по физике. М.: Просвещение, 1970.
6. Перельман Я. Занимательная физика. М.: Наука, 1994.
7. Плагина Н. Н. психология развития и возрастная психология. М.: Московский психолого-социальный институт, 2005.
8. Теория и методика обучения физике в школе. Общие вопросы. Под ред. С. Е. Каменецкого, Н. С. Пурышевой. М.: Издательский центр «Академия», 2000.
9. Урок физики в современной школе: творческий поиск учителей: книга для учителя. Сост. Э. М. Браверман / Под. ред. В. Г. Разумовского. М.: Просвещение, 1993.
10. Усова А. В., Вологодская З. А. Самостоятельная работа учащихся по физике в средней школе. М.: Просвещение, 1981.
11. Чечель И. Д. Исследовательские проекты в практике школы. М.: Просвещение, 1998.
12. Электронный ресурс: URL: <http://teacherjournal.ru/>

E. Lutsay

PROJECT ACTIVITY WHEN STUDYING PHYSICS AS A WAY OF INCREASING SCHOOLCHILDREN MOTIVATION

The paper is centered on theoretical justification of using project activity when studying physics at school.

Key words: *project activity, motivation, physics projects.*

М. В. Яников, В. Л. Вейсман, А. А. Гонян, А. Е. Лукин,
С. Г. Романов, В. Г. Соловьёв, В. И. Гербредер, А. С. Огурцов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ВВЕДЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОТЕРМОДИФФУЗИИ В ПОРИСТУЮ МАТРИЦУ ОПАЛА

Новые нанокмпозиционные материалы получены путем введения серебра в матрицу опала методом электротермодиффузии. Исследованы оптические и электрические свойства полученных нанокмполитов на основе опалов. Предложено объяснение положения оптических резонансов брэгговской дифракцией, а асимметричной формы резонансной кривой — резонансом Фано.

Ключевые слова: наночастицы серебра, матрица опала, нанокмполиты, фотонные кристаллы, резонанс Фано.

На протяжении последних десятилетий большой интерес вызывают физические свойства нанокмполитов, полученных методом В. Н. Богомолова [1–3] путем введения наночастиц различных веществ в регулярные субнано- и нанопористые диэлектрические матрицы, в частности, в опалы. Гранецентрированная кубическая (ГЦК) решетка опала [4] построена из плотно упакованных сфер субмикронных размеров и выступает как трехмерная дифракционная решетка для видимого света. Благодаря этому опалы рассматривают как фотонные кристаллы (ФК), способные управлять потоком электромагнитного (ЭМ) излучения [5–7]. Для расширения функциональных возможностей ФК неоднократно предпринимались попытки дополнить дифракционные резонансы оптическими возбуждениями иной природы, например, плазмонными, экситонными, фононными и т. д. Так в последние годы выделился особый класс гибридных металлодиэлектрических плазмонно-фотонных кристаллов на основе опалов, перенос света в которых определяется совместно действующими дифракционными и плазмонными резонансными транспортными механизмами [8, 9].

В настоящей работе исследованы оптические и электрические свойства нового нанокмпозиционного материала, полученного введением серебра в опаловую матрицу, образованную плотно упакованными сферами из диоксида кремния диаметром (288 ± 15) нм (рис. 1).

Серебро вводилось в поры опаловой матрицы методом электротермодиффузии с серебряного анода в течение 2,5 часов при напряженности электрического поля 1,7 кВ/см и постоянной температуре (664 ± 2) К ; при этом сила тока через образец с размерами $10 \times 10 \times 2$ мм³ увеличилась с течением времени в 500 раз (от 2,6 мкА до 1,3 мА), выйдя на насыщение. Концентрация вошедших в образец при электролизе катионов Ag^+ оценивается в 10^{20} см⁻³. Полученный в результате этого процесса образец в дальнейшем мы будем обозначать как нанокмполит $Ag / опал$. Заметим, что во всех известных авторам работах введение металлов (золота [10–12], серебра

[13], железа и никеля [14]) в опаловые матрицы под действием электрического поля осуществлялось ранее не в твердой фазе, а из раствора.

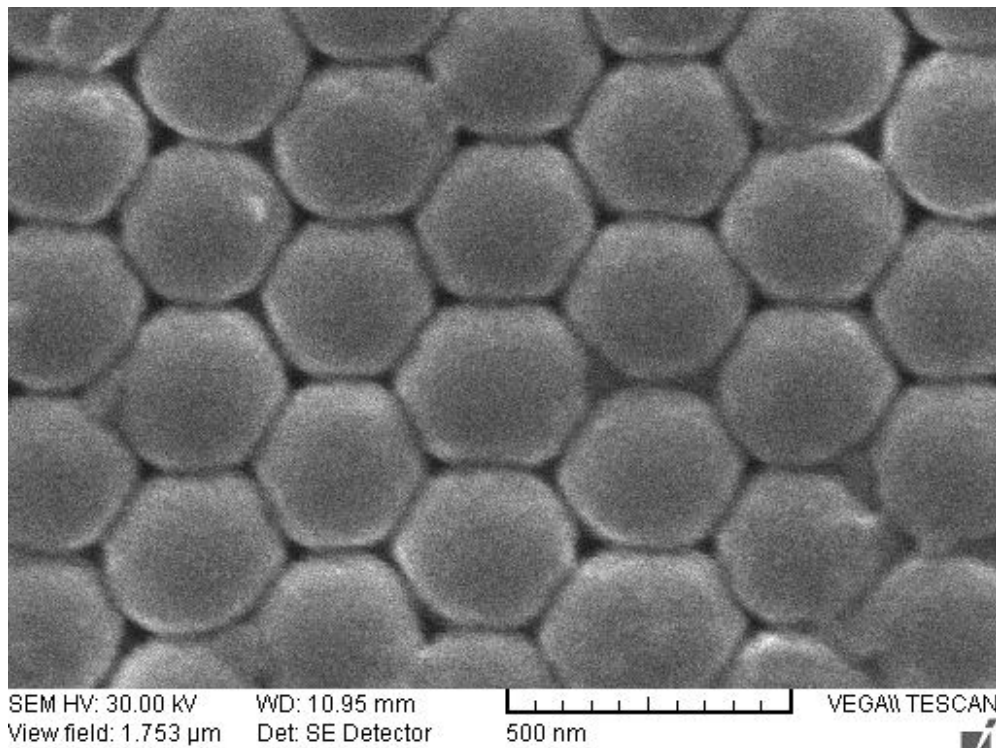


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение плотной упаковки сфер из SiO_2 в матрице опала

Для экспериментального изучения спектров брэгговского отражения с угловым разрешением исследуемых фотонно-кристаллических структур использовалась установка, подробно описанная в работе [15]. Источником белого света являлся волоконный осветитель ОВ-12, диаметр светового пятна на образце составлял 1–2 мм, отраженный свет анализировался спектрометром USB650 Red Tide (Ocean Optics).

Электронно-микроскопические исследования опалов проводились с помощью сканирующего электронного микроскопа «VEGA // LMU Tescan».

Для измерения температурной зависимости удельной проводимости образца нанокompозита $\text{Ag} / \text{опал}$ в динамическом режиме на постоянном токе с графитовыми электродами использовался электрометр Keithley 6517В. При этом скорость изменения температуры образца не превышала 2 К/мин.

На рис. 2 представлена температурная зависимость удельной проводимости образца нанокompозита $\text{Ag} / \text{опал}$, которая, как и проводимость исходной опаловой матрицы [16], в исследованной области температур подчиняется закону Аррениуса.

Сравнение спектров отражения исходной матрицы опала и нанокompозиционного материала $\text{Ag} / \text{опал}$ (рис. 3) показывает, что введение серебра в опаловую

матрицу методом электротермодиффузии приводит к заметному сдвигу максимумов брэгговского отражения фотонного кристалла в «красную» область при фиксированных значениях угла падения света ($\theta = 15^\circ$ и $\theta = 35^\circ$). Подобное «красное» смещение максимумов в спектрах отражения $R(\lambda)$ по сравнению с соответствующими спектрами отражения исходной матрицы наблюдалось ранее при введении в опаловые матрицы золота [12], серебра [13], меди [17] и многих других веществ.

Как видно из рис. 3, наблюдается также сдвиг максимумов в спектрах обоих типов в «синюю» область при увеличении угла падения θ . Эта брэгговская дисперсия хорошо описывается известной формулой [16]

$$\lambda^2 = 4a^2 n^2 - 4a^2 \sin^2 \theta, \quad (1)$$

которая следует из законов Брэгга-Вульфа ($2a \cos \beta = \lambda / n$) и Снеллиуса ($n \sin \beta = \sin \theta$). Здесь θ — угол падения, β — угол преломления света, $a = 0,816D$ — межплоскостное расстояние для плоскостей (111) ГЦК структуры опала, D — диаметр сфер, n — эффективный показатель преломления исследуемого фотонного кристалла.

При этом наклоны прямых, проведенных через экспериментальные точки по методу наименьших квадратов (рис. 4), позволяют оценить величину D , которая в пределах ошибок совпадает со средним диаметром сфер опала, полученным на основе электронно-микроскопических измерений (рис. 1). Найденный по формуле (1) из экспериментальных данных, приведенных на рис. 4, эффективный показатель преломления нанокompозита $Ag / opal$ ($n_{composite} \approx 1,44$) существенно превосходит соответствующую величину для исходной опаловой матрицы ($n_{matrix} \approx 1,33$).

Обращает на себя внимание также ярко выраженная асимметричная форма широких полос в спектрах отражения нанокompозита $Ag / opal$, резко отличающихся от соответствующих кривых $R(\lambda)$ исходной опаловой матрицы (рис. 3). Подобный профиль, характерный для резонанса Фано [18–20], теоретически описывается формулой

$$R = \frac{(E + q)^2}{E^2 + 1}, \quad (2)$$

где E — приведенная (нормированная) энергия (или частота) ЭМ волны, q — феноменологический параметр асимметрии формы линии. Спектр отражения $R(E)$ нанокompозита $Ag / opal$ при угле падения света $\theta = 15^\circ$ и его аппроксимация с помощью формулы Фано (2) при $q = -2$ представлены на рис. 5. Горизонтальная ось приведена в единицах D/λ , где $D = 288$ нм — диаметр сфер опала. Очевидно, что форма экспериментальной кривой удовлетворительно описывается теорией Фано.

Как известно, резонанс Фано возникает вследствие деструктивной интерференции двух колебательных процессов. Мы полагаем, что в данном случае в этой роли выступает брэгговский дифракционный резонанс в ФК на фоне широкополосного рассеянного ЭМ излучения. Это рассеяние может, в частности, происходить на неоднородностях в виде тонких металлических нитей (дендритов), которые нередко проникают в твердый диэлектрик с серебряного анода при длительном высокотемпературном электролизе [21]. Наличие трехмерной системы взаимосвязанных пор в опаловой матрице способствует образованию дендритной фрактальной структуры и

приводит к заметному повышению эффективности рассеяния света образцом нанокompозита *Ag / опал*, полученного методом электротермодиффузии.

Авторы признательны М. И. Самойловичу (Центральный научно-исследовательский технологический институт «Техномаш», г. Москва) за предоставление образцов опаловых матриц для исследования, Г. С. Цема — за помощь в проведении экспериментов. Работа поддержана Министерством образования и науки Российской Федерации (НИР № 576 в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности по Заданию № 2014/700 за 2014 год).

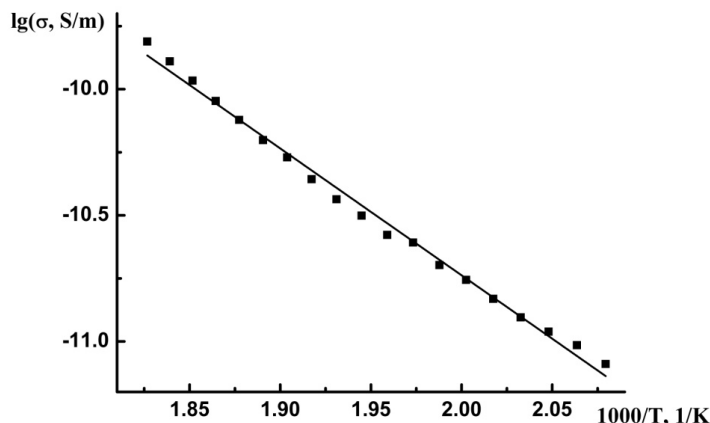


Рис. 2. Температурная зависимость удельной проводимости образца нанокompозита *Ag / опал*

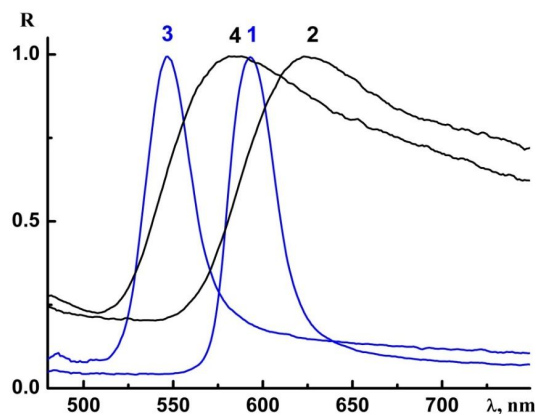


Рис. 3. Нормированные спектры отражения исходной матрицы опала (1, 3) и нанокompозита *Ag / опал* (2, 4) при углах падения света 15° (1, 2) и 35° (3, 4)

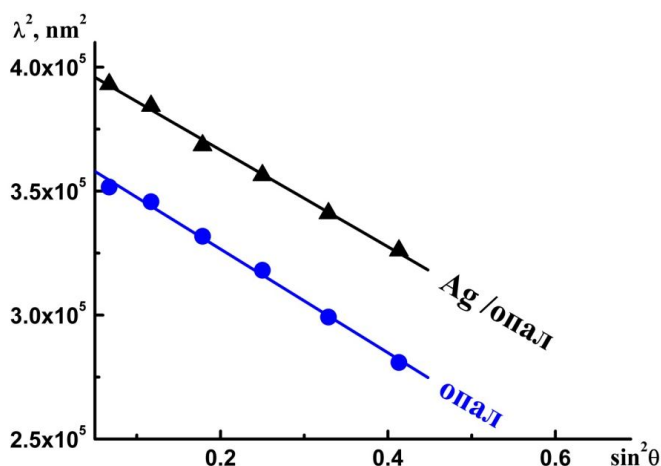


Рис. 4. Угловая дисперсия брэгговского резонанса первого порядка в исходной матрице опала и в нанокompозите *Ag/opal*

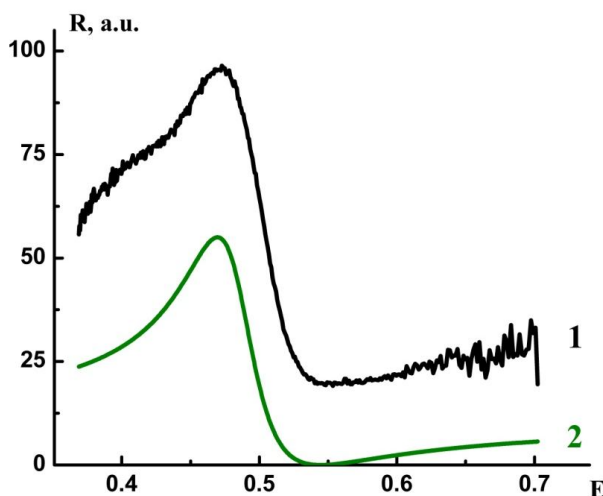


Рис. 5. Спектр отражения нанокompозита *Ag/opal* (1) при угле падения света 15° и его аппроксимация с помощью формулы Фано (2)

Литература

1. Богомолов В. Н. Жидкости в ультратонких каналах (Нитяные и кластерные кристаллы) // Успехи физических наук. 1978. Т. 124. № 1. С. 171–182.
2. Богомолов В. Н., Журавлёв В. В., Задорожний А. И., Колла Е. В., Кумзеров Ю. А. Вольт-амперные характеристики регулярной системы слабосвязанных сверхпроводящих частиц // Письма в ЖЭТФ. 1982. Т. 36. Вып. 8. С. 298–300.
3. Astratov V. N., Bogomolov V. N., Kaplyanskii A. A., Prokofiev A. V., Samoilovich L. A., Samoilovich S. M., Vlasov Yu. A. Optical spectroscopy of opal matrices with *CdS* embedded in its pores: Quantum confinement and photonic band gap effects // Il Nuovo Cimento. 1995. V. 17 D. P. 1349–1354.
4. Балакирев В. Г., Богомолов В. Н., Журавлёв В. В., Кумзеров Ю. А., Петрановский В. П., Романов С. Г., Самойлович Л. А. Трехмерные сверхрешетки в матрицах опалов // Кристаллография. 1993. Т. 38. № 3. С. 111–120.

5. Joannopoulos J. D., Meade R. D., Winn J. N. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton University Press, 1995.
6. Sakoda K. Optical Properties of Photonic Crystals. Springer, 2001.
7. Photonic crystals: Advances in design, fabrication, and characterization / Ed. by K. Busch, S. Lölkes, R. B. Wehrspohn, and H. Föll. Wiley-VCH, 2004.
8. Romanov S. G., Korovin A. V., Regensburger A., Peschel U. Hybrid colloidal plasmonic-photonic crystals // Advanced Materials. 2011. V. 23. P. 2515–2533.
9. Романов С. Г. Распространение света в неоднородных коллоидных фотонных кристаллах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. СПб., 2013. 36 с.
10. Wijnhoven J. E. G. J., Zevenhuizen S. J. M., Hendriks M. A., Vanmaekelbergh D., Kelly J. J., Vos W. L. Electrochemical assembly of ordered macropores in gold // Advanced Materials. 2000. V. 12. No. 12. P. 888–890.
11. Cheng-Yu Kuo, Shih-Yuan Lua. Opaline metallic photonic crystals possessing complete photonic band gaps in optical regime // Applied Physics Letters. 2008. V. 92. P. 121919 (1–4).
12. Wenjiang Li, Fei Xie, Tan Sun, Yufeng Liao. Fabrication of gold/silica composite artificial opal by a multiple-step electroplating process // Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering. 2008. V. 3. P. 269–274.
13. Pérez N., Olazola S. M. Fabrication of 2D silver nanostructures from a polystyrene opal // Nanophotonic Materials III, edited by Zeno Gaburro, Stefano Cabrini. Proceedings of SPIE V. 6321. P. 63210Q (1–9).
14. Dengteng Gea, Lili Yang, Yao Li, Jiupeng Zhao, Xue Li, Huijie Zhaod. Reflective behavior of strong absorption metallic photonic crystals // Synthetic Metals. 2011. V. 161. P. 235–240.
15. Яников М. В., Романов С. Г., Соловьёв В. Г. Изучение оптических свойств фотонных кристаллов и основ наноплазмоники в университетском курсе физики // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки». 2013. Вып. 2. С. 205–213.
16. Кумзеров Ю. А., Соловьёв В. Г., Ханин С. Д. Физика регулярных матричных композитов и слоистых систем с наноструктурированными неорганическими и органическими веществами. Псков: ПГПУ, 2009. 288 с.
17. Саласюк А. С., Щербаков А. В., Акимов А. В., Грудинкин С. А., Дукин А. А., Каплан С. Ф., Певцов А. Б., Голубев В. Г. Оптические свойства пленок синтетического опала с подрешеткой пор, заполненных медью // Физика твердого тела. 2010. Т. 52. Вып. 6. С. 1098–1103.
18. Fano U. Effects of configuration interaction on intensities and phase shifts // Physical Review. 1961. V. 124. P. 1866–1878.
19. Miroshnichenko A. E., Flach S., Kivshar Yu. S. Fano resonances in nanoscale structures // Reviews of Modern Physics. 2010. V. 82. No. 3. P. 2257–2298.
20. Rybin M. V., Khanikaev A. B., Inoue M., Samusev K. B., Steel M. J., Yushin G., Limonov M. F. Fano Resonance between Mie and Bragg Scattering in Photonic Crystals // Physical Review Letters. 2009. V. 103. P. 023901 (1–4).
21. Лидьярд А. Ионная проводимость кристаллов. М.: Издательство иностранной литературы, 1962. 222 с.

*M. Yanikov, V. Veisman, A. Gonyan, A. Lukin,
S. G. Romanov, V. Solovyev, V. Gerbreder, A. Ogurcov*

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF NANOSTRUCTURED SILVER, EMBEDDED BY ELECTRO-THERMO-DIFFUSION INTO OPAL POROUS MATRIX

Novel nanocomposite materials have been prepared by electro-thermo-diffusion of silver in opal matrix. Optical and electrical properties of these opal-based nanocomposites have been investigated. Interpretation of the observed optical spectra has been made on the basis of the Bragg diffraction and the Fano resonance.

Key words: *silver nanoparticles, opal matrix, nanocomposites, photonic crystals, Fano resonance.*

ПАМЯТИ ДОЦЕНТА НИКОЛАЯ НИКОЛАЕВИЧА ВАСИЛЬЕВА (1936–2014)



26 сентября 2014 года ушел из жизни один из старейших преподавателей кафедры физики и физико-математического факультета Николай Николаевич Васильев.

Н. Н. Васильев родился 14 июня 1936 года, после окончания средней школы № 47 г. Пскова в 1954 году он поступил на физико-математический факультет Псковского государственного педагогического института имени С. М. Кирова. С этого момента судьба Николая Николаевича на протяжении полувека была неразрывно связана с физико-математическим факультетом, где он прошел славный трудовой путь от студента и старшего лаборанта кафедры физики до доцента, заместителя заведующего кафедрой и декана физико-математического факультета.

Поступив в 1965 году в аспирантуру при кафедре физики, Николай Николаевич Васильев проводил экспериментальные исследования электрических и оптических свойств щелочно-галогенидных кристаллов, подвергнутых длительному высокотемпературному электролизу в газовой среде. Проявив в ходе этой работы упорство и настойчивость, трудолюбие и целеустремленность, он в 1973 г. успешно защитил в Калининском государственном университете кандидатскую диссертацию на тему «Изменение проводимости и спектров поглощения в кристаллах KCl при взаимодействии катионных и анионных примесей» под руководством профессора Я. Н. Першица. В 1980 году Николаю Николаевичу Васильеву присвоено ученое звание доцента. Результаты проведенных им научных исследований процессов электропереноса в ионных диэлектриках публиковались в центральных отечественных журналах и материалах представительных научных конференций.

Николай Николаевич всегда с энтузиазмом брался за постановку и модернизацию лабораторных работ, освоение нового оборудования в учебной лаборатории электричества, разработку и освоение новых учебных курсов, изыскивал все возможности, чтобы знакомить студентов нашего вуза с самыми современными техническими средствами обучения, и с успехом применял их сам, ведя «видеолетопись» факультета.

На протяжении 13 лет (в 1973–1986 гг.) Николай Николаевич Васильев был деканом физико-математического факультета ПГПИ им. С. М. Кирова. На этом

посту он проявил себя как умелый руководитель, способный отстаивать интересы факультета на разных уровнях. Совмещая учебную работу на кафедре с функциями куратора студенческой группы и добросовестным выполнением административных обязанностей, Николай Николаевич неизменно сочетал требовательность к людям с внимательным, доброжелательным и чутким отношением к ним. Эти качества были замечены и оценены по достоинству и за пределами нашего вуза: на протяжении многих лет Н. Н. Васильев возглавлял жюри зональных и областных физических олимпиад школьников, руководил студенческими отрядами и делегациями, выезжающими за рубеж.

Многолетняя и плодотворная работа Н. Н. Васильева отмечена многими наградами. Среди них — значок «Отличник народного просвещения», Почетные грамоты Министерства просвещения Российской Федерации, Главного управления образования Псковской области, диплом лауреата специальной премии Администрации Псковской области.

Память о Николае Николаевиче Васильеве навсегда сохранится в сердцах всех знавших его людей.

И. Н. Медведева, В. Г. Соловьёв

**IN MEMORY OF ASSOCIATE PROFESSOR
NIKOLAI NIKOLAEVICH VASILYEV
(1936–2014)**

The obituary gives the details of live and biography of associate professor of the Department of Physics, the Dean of Faculty of Physics and Mathematics Nikolai Nikolaevich Vasilyev (1936–2014).

АВТОРЫ НОМЕРА

Борисов Владимир Валентинович — кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии животных Псковского государственного университета

Ванин Александр Иванович — доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной информатики в образовании Псковского государственного университета

Василенко Павел Владимирович — аспирант кафедры географии Псковского государственного университета

Вейсман Виктор Львович — доцент кафедры физики Псковского государственного университета

Воробьев Кирилл Владимирович — аспирант кафедры географии Псковского государственного университета

Гербрер Вячеслав Иосифович — доктор физики (Dr. phys.), ведущий научный сотрудник центра микроскопии им. Гунта Либерта Даугавпилсского университета (Латвия)

Гонян Арсен Арзуманович — магистрант кафедры физики Псковского государственного университета

Гращенков Сергей Иванович — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Псковского государственного университета

Дементьев Виталий Сергеевич — аспирант кафедры географии Псковского государственного университета

Дёмина Екатерина Геннадьевна — магистрант Морского факультета Таллиннского технического университета (Эстония)

Ермак Елена Анатольевна — доктор педагогических наук, профессор кафедры математического анализа и методики обучения математике Псковского государственного университета

Истомина Нина Борисовна — кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой ботаники и экологии растений, декан естественно-географического факультета Псковского государственного университета

Красильникова Ирина Николаевна — кандидат педагогических наук, доцент кафедры географии естественно-географического факультета Псковского государственного университета

Лебедева Светлана Владимировна — кандидат педагогических наук, ассистент кафедры алгебры и геометрии Псковского государственного университета

Лилейкина Валентина Анатольевна — старший преподаватель кафедры географии Псковского государственного университета

Лихачева Ольга Викторовна — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии растений Псковского государственного университета

Лукин Алексей Евгеньевич — старший преподаватель кафедры общей физики Псковского государственного университета

Луцай Елена Викторовна — кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры физики Псковского государственного университета

Манаков Андрей Геннадьевич — доктор географических наук, профессор кафедры географии естественно-географического факультета Псковского государственного университета

Мартынюк Оксана Ивановна — кандидат педагогических наук, доцент кафедры алгебры и геометрии Псковского государственного университета

Матвеев Владимир Александрович — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры и геометрии Псковского государственного университета

Медведева Ирина Николаевна — кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой алгебры и геометрии, декан физико-математического факультета Псковского государственного университета

Мельник Валентин Николаевич — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики в образовании Псковского государственного университета

Недоспасова Наталья Валерьевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии растений Псковского государственного университета

Немцева Татьяна Ильинична — кандидат педагогических наук, доцент кафедры географии естественно-географического факультета Псковского государственного университета

Огурцов Андрей Сергеевич — докторант факультета естественных наук и математики Даугавпилсского университета (Латвия)

Павлова Лидия Васильевна — кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры математического анализа и методики обучения математике Псковского государственного университета

Панькова Светлана Витиславовна — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Псковского государственного университета

Перькова Наталья Владимировна — кандидат педагогических наук, доцент кафедры математического анализа и методики обучения математике Псковского государственного университета

Попов Игорь Павлович — ведущий специалист отдела инновационного развития департамента экономического развития, торговли и труда Правительства Курганской области

Романов Сергей Геннадьевич — доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории физики анизотропных материалов Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе РАН и университета Эрланген-Нюрнберг (Германия)

Слинчак Александр Иванович — кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой географии Псковского государственного университета

Соколова Ирина Георгиевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Псковского государственного университета.

Соловьёв Владимир Гаевич — доктор физико-математических наук, профессор, зав. кафедрой физики Псковского государственного университета

Соловьёва Ирина Олеговна — кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой математического анализа и методики обучения математике Псковского государственного университета

Татарников Олег Михайлович — доктор географических наук, профессор кафедры географии Псковского государственного университета

Теренина Наталья Константиновна — кандидат географических наук, доцент кафедры географии естественно-географического факультета Псковского государственного университета

Урядова Людмила Павловна — кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии животных Псковского государственного университета

Фахретдинова Виктория Александровна — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры и геометрии Псковского государственного университета

Щеблыкина Лариса Сергеевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии животных Псковского государственного университета

Яников Михаил Владимирович — старший преподаватель кафедры физики Псковского государственного университета

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Борисов В. В., Урядова Л. П., Щёблыкина Л. С. Видовой состав и плотность населения птиц аэродрома города Пскова.....	3
Борисов В. В., Щёблыкина Л. С., Урядова Л. П. Динамика видового состава и структуры населения птиц заброшенных пашен с разной степенью их зарастания	12
Истомина Н. Б., Лихачёва О. В. Первые сведения о лишайниках Невельского района (Псковская область).....	28
Недоспасова Н. В. Мохообразные г. Дно (Псковская область).....	36
Соколова И. Г. Макрофиты озера Большой Иван (Невельский район) как индикаторы качества воды	43

ГЕОГРАФИЯ И ЕЁ ПРЕПОДАВАНИЕ

Василенко П. В. Структура внешней миграции населения Псковской области.....	49
Дементьев В. С. Особенности расселения и этноконфессионального состава населения по материалам переписи 1897 года.....	60
Дёмина Е. Г. Технологические и организационные методы повышения качества обслуживания пассажиров туристских круизных рейсов	70
Красильникова И. Н. Русское географическое общество: от съезда к съезду.....	81
Манаков А. Г. Сдвиги в ареале расселения печорских сету (по итогам этнодемографического исследования летом 2014 г.).....	86
Слинчак А. И. Оценка состояния природной среды западного порубежья Псковской области.....	92
Татарников О. М., Лилейкина В. А., Воробьёв К. В. Древне-береговые формы рельефа приледниковых водоёмов на территории Псковской низменности	101
Теренина Н. К. Отображение элементов ландшафтов юго-восточной Эстонии и Печорского района Псковской области в фольклорном наследии сету	108
Теренина Н. К., Немцева Т. И. Новое учебное пособие по курсу «Социальная экология» (Слинчак А. И. Социальная экология (взаимодействие общества и природы). Курс лекций. 2-е изд., испр. Псков: ПсковГУ, 2014. 100 с.)	117

МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И ИХ ПРЕПОДАВАНИЕ

Ермак Е. А. Некоторые особенности организации самостоятельной деятельности обучающихся в магистратуре.....	121
Лебедева С. В. Из опыта использования исследовательского портфолио в рамках курса по выбору «Принцип симметрии и его универсальное значение»	126
Матвеев В. А. Конусное предпочтение в динамической задаче.....	131
Медведева И. Н., Мартынюк О. И., Панькова С. В., Соловьёва И. О. К вопросу о формировании электронного портфолио обучающегося.....	134
Мельник В. Н. Модифицированные инструменты торговой политики	131
Павлова Л. В. Методические задания как средство совершенствования предметно-методической компетентности студентов.....	148
Перькова Н. В. Изучение математики студентами направления «социальная работа»	155
Попов И. П. Поверхностные градиент, дивергенция и ротор.....	159
Фахретдинова В. А. Теоретико-игровая модель задачи международной торговли при неопределённости.....	173

ФИЗИКА И ЕЁ ПРЕПОДАВАНИЕ

Ванин В. А. К теории инициированного поверхностью комбинационного рассеяния света на молекуле, адсорбированной на сферической частице	131
Грашенков С. И. Численный расчет распределения температуры в системе твердое тело – газ при малых числах Кнудсена	187
Луцый Е. В. Проектная деятельность при изучении физики как способ повышения мотивации учащихся средней школы	191
Яников М. В., Вейсман В. Л., Гонян А. А., Лукин А. Е., Романов С. Г., Соловьёв В. Г., Гербрердер В. И., Огурцов А. С. Экспериментальное исследование физических свойств наночастиц серебра, введенных методом электротермодиффузии в пористую матрицу опала	196

PERSONALIA

Памяти доцента Николая Николаевича Васильева (1936–2014)	202
--	-----

АВТОРЫ НОМЕРА	204
----------------------------	-----

CONTENTS

BIOLOGY AND ECOLOGY

Borisov V., Uryadova L., Scheblykina L. The species composition and density of bird inhabitants of Pskov aerodrome	3
Borisov V., Scheblykina L., Uryadova L. The dynamics of species composition and bird inhabitants on abandoned arable lands with different degrees of overgrowth	12
Istomina N., Likhacheva O. The first records of lichens from the Nevel' district (Pskov region) ..	28
Nedospasova N. Mosses of Dno Town (Pskov region)	36
Sokolova I. Macrophytes of Big Ivan Lake's (Nevelsky District) as indicators of water quality	36

GEOGRAPHY AND TEACHING OF THIS DISCIPLINE

Vasilenko P. Outer migration framework of the Pskov region	49
Dementiev V. Features of settlement and ethnoconfessional composition of the population of the Pskov province based on the material of the 1897 census	60
Demina E. Technological and organizational methods for improving service quality of cruise voyages	70
Krasilnikova I. Russian geographical society: from congress to congress	85
Manakov A. Shifts in setos' settlement area (according to the results of ethnographic research in Pechorsky district in summer 2014)	86
Slinchack A. assessment of the natural environment of the western borderlands of the Pskov region	92
Tatarnicov O., Lileikina V., Vorobyov K. Ancient shore-line forms of relief of ice-dam lakes at Pskov lowland area	107
Terenina N. Reflection of the landscape items of south-eastern Estonia and Pechora district (Pskov region) in the setu folklore heritage	116

Terenina N., Nemtseva T. New training manual for the course "Social ecology" (Slinchack A. I. Social ecology (the interaction between society and nature). Lectures course. 2-nd ed., corr. Pskov: PskovSU, 2014. 100 p.).....	117
---	-----

MATHEMATICS, INFORMATICS AND TEACHING OF THESE DISCIPLINES

Ermak E. Some peculiarities of organization of independent work of students in the master	125
Lebedeva S. From the experience of the use of research portfolio in the elective course "The principle of symmetry and its universal meaning"	130
Matveev V. Cone preference in the dynamic problem	133
Medvedeva I., Martynyuk O., Pan'kova S., Solovyova I. On the formation of student's electronic portfolio	140
Melnik V. Modified instruments of trade policy.....	147
Pavlova L. Methodical tasks as means of improving subject-methodical competence of students ..	154
Per'kova N. Study of mathematics by students of "social work" program	158
Popov I. Surface gradient, divergence and rotor	172
Fahretdinova V. Theoretical-game model problem of international trade under uncertainty	172

PHYSICS AND TEACHING OF THIS DISCIPLINE

Vanin A. On the theory of surface enhanced raman scattering of light by a molecule adsorbed ..	186
Grashchenkov S. numerical calculation of temperature field in solid - gas system at small Knudsen number	190
Lutsay E. Project activity when studying physics as a way of increasing schoolchildren motivation	147
Yanikov M., Veisman V., Gonyan A., Lukin A., Romanov S. G., Solovyev V., Gerbreder V., Ogurcov A. Experimental investigation of physical properties of nanostructured silver, embedded by electro-thermo-diffusion into opal porous matrix.....	196

PERSONALIA

In memory of associate professor Nikolai Nikolaevich Vasilyev (1936–2014)	203
---	-----

Научное издание

ВЕСТНИК

ПСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ

«Естественные и физико-математические науки»

Выпуск 5

Редактор: В. Г. Соловьёв
Компьютерная вёрстка: Н. А. Васильева
Корректор: С. Н. Емельянова

Подписано в печать 18.03.2014. Формат 70×108/16.
Гарнитура Times New Roman. Усл. п. л. 18,375.
Тираж 68 экз. Заказ № 5042.

Адрес издательства:
Россия, 180000, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 4^а, корп. 3^а.
Издательство Псковского государственного университета