



ГЕОГРАФИЯ

УДК 911.52 (470.44)

ЛЫСОГОРСКОЕ ПЛАТО КАК ЛОКАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ЛАНДШАФТОВ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.П. Бобров, Л.А. Тархова

Саратовский государственный университет,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: gis@sgu.ru

В статье речь идет о проблемах структурно-динамического направления ландшафтоведения. При помощи геофизических и биогеофизических показателей дается оценка ландшафтной структуры региона на примере лесного массива, являющегося природным парком «Кумысная поляна». Лысогорское плато в окрестностях г. Саратова рассматривается как малая локальная ландшафтная модель южной лесостепи Саратовской области. Отражена взаимосвязь вышеназванных показателей и подчеркнута их репрезентативность в оценке пригодности территории в целях эколого-рекреационного природопользования.

Ключевые слова: геофизические и биогеофизические показатели, ландшафтная структура, Лысогорское плато.

Lysogorsky Plateau as Local Model of Landscapes of Southern Forest-Steppe of the Saratov Region

G.P. Bobrov, L.A. Tarkhova

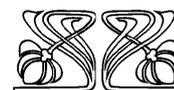
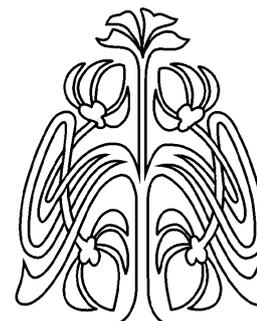
The question is problem of the structurally-dynamical school in landscape science. The estimation of region landscape structure is resulted on the example of the forest area in natural park «Kumysnaya polyana» by means of geophysical and biogeophysical indicators. The Lysogorsky plateau near Saratov-city is considered as a small local landscape model of southern forest-steppe of the Saratov region. The interrelation of above-named indicators is reflected and emphasized their representativeness in an estimation of territorial suitability for the purpose of ecological and recreational land-use management.

Key words: geophysical and biogeophysical indicators, landscape structure, Lysogorsky plateau.

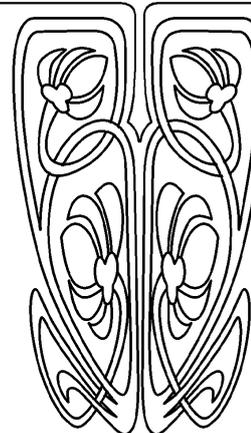
Постановка проблемы. Экологическую, рекреационную, противозероизирующую, водосберегающую, кислородопоставляющую и очистительную роль лесных массивов Лысогорского плато в окрестностях Саратова трудно переоценить. Для сравнения: в городской черте Саратова около 300 га зеленых насаждений общего пользования, а природный парк «Кумысная поляна» имеет около 3500 га. Один гектар насаждений поглощает за час 8 кг углекислоты, которую выделяют за то же время 200 человек; каждый гектар леса переводит 1700 м³ воды поверхностного стока в грунтовый, полностью прекращаются размывы в прилегающих оврагах; лес выделяет значительное количество фитонцидов – от 450 до 60 кг/га в зависимости от породы деревьев; средняя пылепоглощательная способность леса в пределах 3–4 т/га; кислородопродуктивность до 4 т/га [1].

Однако разнообразие ландшафтных условий, антропогенная нагрузка на лесные массивы плато, расположенного в черте города, приводят к различиям в состоянии его основных гео- и биогеофизических показателей.

Работы, выполняемые в рамках структурно-динамического направления ландшафтоведения по исследованию гео- и биогеофизических характеристик ландшафтов и оценке их экологической значимости, в настоящее время не редки. Но значительная часть таких работ проводит-



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





ся на региональном ландшафтно-географическом уровне, как правило, по материалам сетевых метеостанций. В силу этого не всегда освещается природный режим отдельных ландшафтных районов локального ранга.

Цель исследований заключалась в выявлении особенностей распределения гео- и биогеофизических показателей по элементам ландшафта, представленным на локальном уровне.

Объектом исследования служила территория природного парка «Кумысная поляна», включающая Лысогорское плато (с крутым денудационным уступом и элементами эрозионного расчленения), которое отражает природные особенности южной лесостепи Саратовской области и может служить малой локальной ландшафтной моделью.

Методы исследования включали полевые натурные наблюдения с использованием трансектного метода, комплексного описания на основных ключевых участках, использовались расчетные методы и данные лесотаксационных описаний.

Оценка гео- и биогеофизических показателей ландшафтной структуры базировалась в первую очередь на выявлении двух основных факторов дифференциации ландшафтных условий – крутизне и экспозиции склонов, четко прослеживающихся и представленных широким спектром. С учетом этих показателей при анализе отраслевых карт была выявлена ландшафтная структура природного парка.

Ландшафтное районирование природного парка «Кумысная поляна» представлено тремя природными местностями: водораздельным пространством, крутым денудационным уступом, урочищами эрозионной сети, которые глубоко врезаются не только в поверхность уступа, но местами и в водораздельную поверхность. Местности включают 31 вид урочищ – от крупных (сотни гектаров) до мелких (менее одного гектара) (рис. 1).

Рисунок ландшафта характеризовался коэффициентом расчленения А.С. Викторова [2] и определялся как отношение длины ландшафтных контуров к их площади. Наиболее однородны водораздельные поверхности (коэффициент расчлененности $0,019 \text{ м}^{-1}$), более расчленены природно-территориальные комплексы (ПТК) крутого денудационного уступа ($0,028 \text{ м}^{-1}$), максимально расчленены урочища эрозионной сети ($0,045 \text{ м}^{-1}$).

Геосистемы плато отличаются не только морфометрическими параметрами (крутизна, экспозиция), литогенной основой, но и почвенным и растительным покровом. Каждому виду урочища присущ определенный набор геофизических показателей, основными из которых являются: приход солнечной радиации к подстилающей поверхности, радиационный баланс, величина фотосинтетически активной радиации, суммы температур почвы и воздуха, осадки, запасы почвы, величина испарения и испаряемости, высота снежного покрова и др. На эти различия,

с учетом с антропогенной нагрузки, в первую очередь реагирует травянистая растительность, затем и древесные ценозы.

Анализ основных гео- и биогеофизических показателей отдельных элементов ландшафтной структуры (плакорных участков, склонов уступа плато северной и южной экспозиции, урочищ эрозионной сети) сведены в табл. 1. Для сравнения приводятся фоновые данные метеостанции Саратов «Юго-Восток» (гипсометрическая отметка 120 м) (см. табл. 1).

При анализе табл. 1 выявлено, что склоны денудационного уступа Лысогорского плато южной ориентации имеют критические ландшафтные показатели для наших региональных условий. Это выражается в следующем:

- повышенном радиационном балансе при малом увлажнении;
- малой величине испарения при значительной испаряемости, поэтому отношение E/E_0 мало;
- меньшей высоте снега, малых показателях снежности;
- большой величине радиационного индекса сухости Будыко;
- суммарная ФАР высока, а КПД ФАР низкий за счет небольшой продуктивности фитомассы.

Исследуя связь особенностей лесных массивов Лысогорского плато, мы использовали данные лесотаксационных обследований (1995 г.), соотнесенные с ландшафтной структурой территории. Для этого на ландшафтную основу была наложена схема расположения лесных кварталов с выделами. По таксационным данным и показателям ландшафтной структуры были построены ряд карт с характеристиками лесов, густотой дорожно-тропинчатой сети, а также вертикальные профили ландшафтной структуры природного парка и проанализированы данные лесотаксационных таблиц.

Анализ карт распределения средних характеристик лесных массивов показал, что наибольшее присутствие открытых участков среди лесных массивов наблюдается в восточной части склонов (до 90%) и на юго-восточных склонах плато (до 50–70%). Наименьшая часть открытых участков (ландшафтных полей) обнаруживается в центральной части водораздельного пространства, западнее и северо-западнее большой Кумысной поляны, в северной и западной частях парка (менее 5%). К этим местоположениям примыкают кварталы, в которых доля полян составляет до 30%. Основная часть парка имеет полноту леса в пределах 0,6–0,7, отдельные северные и северо-восточные кварталы составляет лес с полнотой 0,7–0,8, на восточных, юго-восточных склонах полнота в среднем не превышает 0,6. Южный сектор парка имеет полноту менее 0,4.

Распределение среднего возраста деревьев по территории Кумысной поляны очень мозаич-



Таблица 1

Изменчивость основных геофизических и биогеофизических показателей по элементам ландшафта природного парка «Кумысная поляна»

Элементы ландшафта	Геофизические и биогеофизические показатели																			
	X	$\Sigma I^{>10}$	Q	S	B	$\Sigma I^{>10}/B_{II}$	ФАР	ФАР _п	W	E	E_0	E/E_0	P	q	$K_{ФАР}$	h	$\Pi_{сн}$	I_B	$T_{лет}$	
Нижняя равнина	451	2706	4478	2370	1973	69	1787	1521	9	73	166	0,44	13,0	16,5	1,12	29	2,05	1,74	128	
	480	2600	4478	2370	1973	65	1787	-	7,9	64	153	0,42	20,0	18,2	1,43	36	3,22	1,67	≈135	
Плаксор	10°	465	3806	2133	1800	63	1678	1227	9,8	79	157	0,50	29,0	19,4	1,94	44	3,72	-	-	≈140
							1549	1150												
	20°	465	3493	2014	2072	71	1861	1503	4,2	34	178	0,19	11,5	16,0	1,10	32	2,50	-	-	≈125
							1921	1559												
Ю	465	2780	4926	2607	2072	71	1861	1503	4,2	34	178	0,19	11,5	16,0	1,10	32	2,50	-	-	≈125
							1921	1559												
Тальвег сев.-запад, ущелья	455	2650	-	-	-	-	-	-	16,4	133	157	0,85	30,5	20,5	2,18	48	4,03	1,59	≈130	

Примечание. X , мм/год – годовая сумма осадков; $\Sigma I^{>10}$ – сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°; Q , МДж/м²-год – величина суммарной солнечной радиации; S , МДж/м²-год – прямая солнечная радиация; B , МДж/м²-год – радиационный баланс подстилающей поверхности; ФАР, МДж/м²-период – фотосинтетически активная радиация за период апрель–октябрь; ФАР_п, МДж/м²-период – поглощенная ФАР; W , пром³ мм – средние запасы продуктивной влаги на момент наблюдений; E , E_0 , мм/мес – испарение и испаряемость в июле; E/E_0 – относительное испарение; $\Sigma I^{>10}/B$ – показатель энергетической эффективности ландшафта; P , д/га – средняя накопленная фитомасса за вегетационный период; q , кДж/г – энергетический эквивалент фотосинтеза; $K_{ФАР}$ – коэффициент использования ФАР в процессе фотосинтеза; h , см – высота снежного покрова в момент наблюдений; $\Pi_{сн}$ – средний многолетний показатель снежности Осокина; $T_{лет}$ – период с устойчивым снежным покровом.



Рис. 1. Ландшафтная карта-схема природного парка «Кумысная поляна». Масштаб 1 : 40000:

ПТК водораздельных пространств: 1 – плоские ровные поверхности (290–295 м) крутизной 0–2° со слабообразованным элювиальным чехлом на песках и песчаниках саратовского яруса палеогена с серыми лесными песчаными и супесчаными почвами под липо-дубравами, березняками, осинниками и преимущественно черноземами выщелоченными суглинистыми и супесчаными с разнотравно-злаковыми ассоциациями на полянах и редицах; 2 – слабовыпуклые и плосковершинные повышения (290–295 м) крутизной 0–4° с элювиальным чехлом на песках саратовского яруса палеогена с серыми лесными легкосуглинистыми и супесчаными почвами под дубово-кленовниками, осинниками и посадками сосны; 3 – слабонаклон-



ные ровные поверхности водоразделов (275–290 м) крутизной 0–5° с элювиально-делювиальным суглинистым чехлом на песках саратовского яруса палеогена с серыми лесными песчаными и супесчаными почвами, черноземами выщелоченными, преимущественно под кленово-липо-дубравой; 4 – очень пологие и пологие поверхности (265–285 м) крутизной 1–8° с элювиально-делювиальным чехлом на песках и песчаниках саратовского яруса палеогена с темно-серыми лесными суглинистыми и тяжелосуглинистыми почвами и черноземами выщелоченными тяжелосуглинистыми под дубово-липовыми лесами и мезофильно-разнотравными полянами; 5 – выпуклые вершинные бугристые поверхности повышений (280 м) крутизной 0–2° с элювиальным чехлом преимущественно песков и песчаников саратовского яруса палеогена с темно-серыми и серыми лесными суглинистыми и супесчаными почвами под посадками сосен и дубово-кленовыми ассоциациями; 6 – очень пологие и пологие склоны повышений (275 м) крутизной 1–8° с элювиально-делювиальным чехлом на песках и песчаниках саратовского яруса палеогена с темно-серыми и серыми лесными суглинистыми и супесчаными почвами преимущественно под липово-дубравами; 7 – полого и покато-наклонные, местами расчлененные межбалочные склоны (260–270 м) крутизной 1–8° с серыми и темно-серыми лесными суглинистыми и супесчаными почвами на суглинистом делювии под садами, а также участками древесной растительности, представленной куртинами дуба, липы и мезофильных лугов; 8 – бугристые поверхности на высотных уровнях (240 и 280 м) крутизной 0–5° с древнезоловой переработкой песков и опок палеогена, использованные под карьеры по добыче песка и щебня опок, с участием в травянистом покрове разнотравноксеро- и мезофильной растительности; 9 – выпуклые вершины денудационных останцов (235–265 м) крутизной 5–10°, сложенные песками и песчаниками сызранского яруса палеогена с эродированными песчаными и супесчаными черноземами и серыми лесными почвами под степной растительностью: типчаково-ковыльной с участием полыней, песколубов; кустарниками, а также посадками сосен; 10 – слабоволнистая поверхность склонов останцов (240–265 м) крутизной 0–8° с темно-серыми лесными почвами под дубово-вязовыми лесами; 11 – полого наклонные денудационные поверхности до 2° (240–255 м), выработанные в песках сызранского яруса палеогена, с темно-серыми супесчаными и легкосуглинистыми почвами под ландшафтовой липово-дубравой с господством осины на вырубках и злаково-разнотравной луговой степью с обилием осок на черноземах выщелоченных тяжелосуглинистых; 12 – покатые (3–10°), преимущественно присетьевые склоны поверхности (230–280 м), представленные мезофильной травянистой растительностью на черноземовидных почвах, сформированные на опоках сызранского яруса палеогена; 13 – полого- и покато-сглаженные (3–12°) денудационные гребневые поверхности, узкие межсетьевые пространства (мысы) (165, 265 м) с щебнем песчаника и опок сызранского яруса палеогена с эродированными песчаными и супесчаными черноземами с высокой степенью проективного покрытия типчаково-ковыльной растительности и дубово-вязовыми лесными участками; *ПТК крутого денудационного уступа*: 14 – выпуклые мысообразные межсетьевые слабопокатые, покатые денудационные склоны (235–285 м) крутизной 5–15° с щебнем верхнемеловых опок и глин; 15 – выпуклые пологие и сильно покатые эрозионные (5–20°) склоны сложного профиля (200–215 м) с серыми лесными среднесмытыми суглинистыми почвами под липово-дубравой; 16 – крутые эрозионные (до 20°) склоны (190–280 м), с серыми лесными слабообразованными, эродированными почвами на делювиальных суглинках и супесях с примесью дресвы и щебня, представленные дубово-кленово-липовыми лесами с примесью осины и березы; 17 – слабопокатые (3–10°) террасовидные склоны (150–250 м) с серыми лесными неполнообразованными суглинистыми почвами на делювиальных суглинках, представленные липо-дубравой с примесью клена, осины, березы; 18 – крутые (15–20°) оплывно-оползневые склоновые поверхности эрозионных цирков (от 170–230 до 220–260 м) с уклонами до 45° с маломощным суглинисто-щебнистым делювием на верхнемеловых и палеогеновых опоках и песчаниках (нередко обнаженных) со слабо развитыми и сильносмытыми черноземовидными почвами, осыпями с ксерофитной полынно-злаковой, разреженной кустарниковой, дубраво-ясенево-вязовой растительностью; 19 – выпуклые бугристые поверхности крупных оползневых тел от 6–8° до 25–30° на коллювиальных отложениях коренных меловых и палеогеновых опок и песчаников с черноземовидными маломощными почвами с мезофильно-ксерофильным разнотравьем и степными кустарниками; 20 – оползневые склоны сложного профиля: бугристые, террасовидные, крутые и покатые (10–15°), развитие на нижней и средней третях склонов эрозионных цирков на абсолютных отметках от 160 до 220 м на верхнемеловых и палеогеновых опоках, представленные вязово-ясенево-дубовыми участками леса, степными кустарниками и ксеро-мезофильным разнотравьем на южных неполнообразованных, черноземах; 21 – вогнутые оплывно-оползневые ступенчато-террасовидные склоны днищ цирков (160–190 м) крутизной 10–15° с черноземами обыкновенными на пролювиально-делювиальных отложениях, с преобладанием суглинков, а также глин, супеси с дресвой и щебнем, представленные мезофильным лугом, степными кустарниками, кленово-ясенево-дубовыми участками леса; 22 – выпуклые покатые (10–15°) мысообразные оплывно-оползневые склоны – увалы (10–15°), представленные черноземами обыкновенными слабосмытыми на делювиальных суглинках, опоках и песчаниках дочетвертичного происхождения, со злаково-полынно-степной растительностью; 23 – крутые уступы, обрывы, стенки срывов (25°), локально распространенные на высоте 210 м, коллювиально-осыпные и обвалы отложения на меловых и палеогеновых материнских породах, при отсутствии почвообразовательных процессов, лишенные растительности; *Урочища эрозионной сети*: 24 – ложинообразные и западинообразные элювиально-делювиальные водосборные понижения на водораздельных равнинах (250–290 м) крутизной от 1 до 5° с серыми лесными почвами под кленово-липово-дубравой; 25 – лоткообразные и ложинообразные элювиально-коллювиальные комплексы понижений на склонах денудационного уступа (150–280 м); 26 – западинообразные элювиальные понижения на склонах денудационного уступа (240–285 м) с намывными почвами; 27 – потяжины и ложины (265–275 м) делювиально-пролювиальные, представленные глинистыми, суглинистыми, супесчаными с дресвой и щебнем с эродированными почвами; 28 – ложины и балки, реже овраги аллювиально-коллювиального происхождения (175–285 м) крутизной от 5 до 20°, заиленные мелкоземом, намывными почвами с пышно развитой древесно-кустарниковой и травянистой растительностью; 29 – покатые склоны балок (240–285 м) пролювиально-делювиального происхождения с суглинистыми, глинистыми почвами с щебнем и дресвой крутизной 5–15° с серыми лесными неполнообразованными и черноземными неполнообразованными; 30 – днища ручьев и балок (200–215 м) с пролювиально-аллювиальными суглинками и песками с галькой и гравием, намывными почвами; 31 – террасы долин мелких речек (165 м), представленные аллювиальными суглинками, супесями, песками с галькой, с оставшимися фрагментами дерново-намывных почв с кленово-липово-дубравой, в большей степени лишенной естественной растительности в связи застройкой.



но. Юго-восточный и восточный сектора парка представлены в основном лесом в возрасте до 60 лет. Средний возраст дуба по территории парка составил 61 год, наиболее старым оказался клен – 63 года, средний возраст липы 58 лет и самым молодым является ясень – 35 лет. Старый лес (возраст 80–90 лет) имеется фрагментарно в центральной, северной и западной частях парка, на пяти выделах возраст дуба превышает 100 лет. Самый молодой лес растет на склонах южных экспозиций (40–50 лет), что, видимо, связано с посадками 50–60-х гг. минувшего столетия. Наиболее старые деревья встречаются на плакоре (средний возраст дуба 72 года, липы 56 лет), а также на северных и северо-западных склонах (в среднем 60–65 лет).

Распределение объемов сырораствующей древесины ($m^3/га$) также указывает на структуру и состояние лесных фитоценозов. Наибольшие запасы сырораствующей древесины наблюдаются в центральной части плато, где средний объем древесины составляет от 140 до 170 $m^3/га$ и более. Минимальные запасы древесины в восточном и юго-восточном секторе парка 80–50 $m^3/га$ и менее. Наибольшую продуктивность имеет липа: выделы, в которых преобладает липа (70% и более), средний запас древесины составил 182 $m^3/га$, затем следует клен (129 $m^3/га$). Средние объемы древесины с преобладанием липы

на северных и северо-западных склонах составляют 190–200 $m^3/га$, на некоторых выделах – до 280 $m^3/га$. Выделы с преобладанием дуба также имеют наибольшие запасы древесины на плакоре и северо-западных склонах, но всего в пределах 130–140 $m^3/га$.

В недалеком прошлом южные пространства лесостепи были в основном заняты чистыми дубравами, но хозяйственная деятельность (особенно в период Великой Отечественной войны) привела к значительной вырубке леса. По данным Т.М. Трифионовой [1], сейчас сохранилось 50% насаждений, но и они подвергаются механическим повреждениям при строительстве коллективных гаражей, жилых домов, сваливании мусора. В настоящее время наибольшей сохранностью обладают культуры в возрасте 13–20 лет (дуб, вяз, ясень, клен, лещина, лох узколистный). Основные дубравы все более заменяются липой и кленом, которые растут более интенсивно в молодом возрасте и размножаются как порослью, так и семенами. Дуб черешчатый на Лысогорском плато практически имеет порослевое происхождение, семенной дуб размножен посадками и занимает незначительную площадь.

Более четкая картина характеристик леса выявляется при рассмотрении таксационных характеристик в зависимости от экспозиции склонов (табл. 2).

Таблица 2

Средние параметры древостоев доминирующих пород на плакоре и склонах Лысогорского плато

Элементы рельефа	Центральная часть плакора	Склоны Лысогорского плато							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Дуб									
Число выделов	86	36	13	16	28	18	7	11	10
Возраст, лет	71,8	62,5	58,5	51,6	49,1	44,9	52,8	63,6	63,0
Высота, м	15,5	13,0	13,9	12,9	11,2	9,3	12,8	15,1	15,5
Диаметр, см	24	20	21	18	19	17	23	22	22
Запас древесины, $m^3/га$	134	119	120	115	2	60	101	141	139
Липа									
Число выделов	25	33	15	7	2	2	8	6	5
Возраст, лет	56,5	63,4	55,7	45,7	45,0	40,0	52,5	57,5	61,0
Высота, м	17,1	17,4	16,0	14,1	14,0	13,0	15,8	17,5	18,4
Диаметр, см	20	18	18	16	17	16	20	21	21
Запас древесины, $m^3/га$	180	194	187	143	150	140	159	182	202

Анализ табл. 2 показывает на четкую дифференциацию таксационных параметров по породам и местоположению. Критические показатели (возраст, высота и диаметр деревьев, запас древесины) наблюдаются на склонах южных экспозиций. Это связано с большим значением радиационного индекса сухости (I_B), со значительной испаряемостью и одновременно с малыми влагозапасами. Для Саратова избыточный приход солнечной радиации является негативным фактором.

Экспозиция склона оказывает влияние и на полноту древостоя (табл. 3). Важную роль имеет ориентация склонов в создании запасов фитомассы древесной растительности, которая может быть рассчитана по запасам сырораствующей древесины [3]. Средняя полная биологическая продуктивность наземной части лесных фитоценозов приводится в табл. 3. Наибольшие значения фитомассы обнаруживаются на склонах северных экспозиций (от СЗ до СВ), но самые благоприятные условия



Таблица 3

Средняя полнота древостоев на лесных землях по склонам различных экспозиций и на плакоре

Экспозиция склона	Плакоре	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Без учета открытых выделов									
Полнота	0,65	0,69	0,69	0,67	0,64	0,54	0,64	0,67	0,69
С учетом открытых выделов									
Полнота	0,60	0,65	0,66	0,57	0,52	0,30	0,53	0,61	0,63

складываются в условиях влажных склонов северо-западных экспозиций (продуктивность фитомассы превышает 210 т/га). Несмотря на большой радиационный баланс склонов южных экспозиций, даже такая сухоустойчивая порода, как дуб имеет запас сырораствующей древесины чуть более 50% от плакора. Необходимо отметить, что на плакоре, более сухом, чем склоны северных ориентаций, дуб имеет массу наземной части деревьев на 15 т/га больше, чем липа. Это указывает на более комфортные условия для произрастания на плакоре дуба, чем липы. Для липы лучшие условия создаются на склонах северных и северо-западных экспозиций; на склонах южных и юго-восточных экспозиций уступа плато липа практически не встречается. Несмотря на то что объемы древесины у липы больше, чем у дуба, фитомасса липовых лесов меньше, вследствие меньшего удельного веса древесины липы. Отметим,

что речь идет о главных склонах уступа плато, а не о склонах отдельных ущелий и оврагов.

Были рассмотрены характеристики растительного покрова не только склонов плато, но и тех оврагов, балок и ущелий, которые врезаются в данные склоны. Для этого было выбрано 5 эрозионных ущелий (оврагов), расположенных на разных склонах Лысогорского плато, и по таксационным описаниям [4] определены ландшафтные характеристики залесенных склонов этих ущелий (оврагов), такие как экспозиция и крутизна склона, формула леса и его характеристики (возраст, полнота, высота и диаметр доминирующей породы, запас сырораствующей древесины). Аналитические материалы представлены в табл. 4, на анализе которой следует остановиться подробнее, так как она является ключом к пониманию особенностей распределения типов лесных сообществ по элементам рельефа.

Таблица 4

Средняя полная биологическая продуктивность наземной части лесных фитоценозов с преобладанием дуба и липы

Элементы рельефа	Плакоре	Экспозиции склонов							
		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Дуб									
Фитомасса, ц/га	2066	1839	1855	1780	1487	1099	1579	2171	2141
Доля от фитомассы плакора	1,00	0,89	0,90	0,86	0,71	0,52	0,75	1,05	1,04
Липа									
Фитомасса, ц/га	1914	2060	1988	1531	–	–	1697	1936	2143
Доля от фитомассы плакора	1,00	1,08	1,04	0,80	–	–	0,89	1,01	1,12

Табл. 4 и 5 показывает, что на противоположных склонах ущелья, независимо от того, в какой склон плато оно врезано, фитоценозы резко отличаются. Доминирующей породой на склонах южной ориентации (ЮЗ, Ю, ЮВ) является дуб, северной ориентации (СЗ, С, СВ) – липа. Даже на, казалось бы, сухих юго-восточных склонах плато, в Смирновском ущелье наблюдается дифференциация пород деревьев по склонам диаметрально противоположных экспозиций.

Наглядным примером служит 73-й лесной квартал, 7-й и 8-й выделы которого расположены на противоположных склонах Октябрьского ущелья. По площади, полноте насаждений, возрасту деревьев эти выделы сходны, однако на северо-восточном склоне доминирующей породой является липа (90% от других видов деревьев), а на юго-западном склоне – дуб (70%). Соответствен-

но, и запасы сырораствующей древесины в первом случае 230 м³/га, во втором 140 м³/га.

Склоны северных ориентаций по многим параметрам (видовой состав, полнота насаждений, запас древесины) выгодно отличаются от склонов южных ориентаций. Мы указываем здесь и видовой состав потому, что липа относится к более высокому классу бонитета, нежели дуб (в среднем 3 против 3,85). Такое распределение видового состава по рельефу, скорее всего, связано со степенью увлажнения корнеобитаемого слоя.

Анализ лесотаксационных материалов также показал, что на склонах северных экспозиций чаще встречается подрост из клена и липы разных возрастов (от 5 до 8 лет) с высотой 1,5–3,0 м и густотой от 1,5 до 3 тыс. на га. Склоны южных ориентаций в большинстве своем не имеют развитого подроста. Натурные наблюдения показали,



Таблица 5

Ландшафтные характеристики ущелий (оврагов), врезанных в склоны Лысогорского плато

Квартал / выдел	Площадь, га	Характеристика урочища							
		Экспозиция склона	Крутизна, град	Параметры леса					
				Формула леса	Полнота	Возраст основной породы, лет	Высота, м	Диаметр, см	Запас древесины, м ³ /га
Овраг Широкий (северо-западные склоны Лысогорского плато)									
11/12	5,7	Ю	20	10Д	6	65	14	24	130
11/14	0,7	Ю	20	Открытый участок разнотравно-ковыльной степи					
11/15	5,3	С	30	5Д3Л	6	100	20	32	180
12/4	4,6	Ю	15	8Днн2Л	6	40	9	14	60
12/11	4,8	С	5	5Д4Лп1Кл	7	90	19	20	180
Ущелье в р-не горнолыжной базы, 1-я Дачная ост. (восточные склоны Лысогорского плато)									
43/1	12,0	ЮВ	25	9Д1Лп	6	45	10	16	70
43/2	3,3	СЗ	15	8Лп2Ос	8	50	11	16	150
44/6	6,2	ЮВ	20	6Д2Лп2Ос	6	65	17	24	170
44/7	1,7	С	20	7Лп3Ос	8	45	14	16	170
44/11	3,5	СЗ	20	8Лп2Ос	8	45	14	16	170
Октябрьское ущелье (восточный склон Лысогорского плато)									
73/7	2,5	СВ	15	9Лп1Днв	8	70	18	20	230
73/8	2,8	ЮЗ	20	7Днн3Лп	6	70	16	22	140
73/9	1,9	Ю	20	8Днн2Лп	7	50	13	18	120
87/2	1,3	СВ	25	9Лп1Д	8	70	18	20	260
87/7	5,1	СВ	20	8Лп1Днн1Ос	7	60	17	20	190
74/8	2,8	ЮЗ	20	8Д1Лп1Кл	7	45	13	18	130
Смирновское ущелье (юго-восточные склоны Лысогорского плато)									
90/3	1,2	СВ	30	10Лп+Д+Б+Кл	5	70	16	20	130
90/4	1,0	ЮЗ	30	5Днв4Днн1Кл	5	75	18	28	110
91/3	3,6	СВ	45	10Лп	5	70	16	20	160
91/8	1,1	ЮЗ	40	8Днн2Лп	6	70	14	26	110
102/1	1,1	СВ	35	9Лп1Днн	6	60	16	30	170
102/2	0,5	ЮЗ	30	4Днн3Лп2Кл1Ос	7	60	17	24	150
Овраг Балагой (северо-западный склон Лысогорского плато)									
34/5	11,0	ЮЗ	15	8Днн2Лп	7	70	15	24	150
34/11	4,6	ЮЗ	15	8Днн2Лп	6	70	15	24	130
34/12	3,9	СВ	10	6Лп3Днн1Кл	7	70	18	22	200
51/5	5,4	С	30	4Лп4Днн2Кл	7	80	20	30	210

что северные склоны имеют и более мощную лесную подстилку, в то время как на склонах южных ориентаций она в ряде случаев отсутствует.

Что касается оползневых цирков, врезанных в склоны плато южных экспозиций, то лесные участки расположены чаще всего на верхних крутых частях склонов. Лес здесь представлен практически одними дубами с полнотой 0,4–0,5, небольшими запасами древесины из-за малого возраста насаждений, скромных параметров древостоя и малой полноты леса.

Показатель продуктивности в виде запаса сырораствующей древесины может служить лишь

приблизительным показателем состояния и устойчивости древостоев. В большинстве работ за биологическую продуктивность принимается масса фитомассы, которая может определяться в виде полной (масса органического вещества всей совокупности растений на данном участке) или частичной, когда учитываются отдельные части растений или группы растительности [5]. По данным разных авторов, продуктивность широколиственных лесов в зоне лесостепи может изменяться в очень больших пределах. В районе Борисоглебска Воронежской области запасы фитомассы древесных частей деревьев в дубравах 100–200-летнего



возраста могут достигать 500–675 т/га, в том числе до 110 т/га корней. Годичная продукция в надземной части древостоев в дубравах варьирует от 5,7 до 7,4 т/га, с максимумом в 43-летнем возрасте. Ясеньевые насаждения от 27– до 85-летнего возраста имеют запасы надземной фитомассы в пределах 60–162 т/га, нагорные солонцовые дубравы – в пределах 35–103 т/га (без корней).

В.Д. Утехин [5], ссылаясь на А.А. Молчанова, приводит величину годичной продукции в снытевой дубраве 40–60-летнего возраста, составляющую около 174 ц/га в абсолютно сухом весе, из которой 25% приходится на стволую древесину, 38% – на корни и только 37% – на ветви и листву. Он же приводит показатели биологической продуктивности важнейших типов лесостепной фитоценозы: для степной – 235 ц/га (190 ц/га подземная), луговой – 491 ц/га (430 ц/га), лесного травостоя – 191 ц/га (177 ц/га) и для древостоя – 1220 ц/га без определения подземной части. Годичная продуктивность фитоценозов рассчитана по надземной части травостоя. В работе [6] для лесостепи годичная фитопродукция определена величиной 18 ц/га, типичной степи – 15 ц/га. В.А. Болдырев [3] приводит следующие данные по запасам органических веществ; для лесов, растущих на супесчаных и суглинистых почвах Саратовского Правобережья от 973 ц/га в дубраве приземистоосоковой до 2032 ц/га в дубраве дубравномятликовой. В липо-дубраве на плакоре запасы органики значительно больше (до 3200 ц/га). В чистых липняках и березняках масса органического вещества составляет от 1450 до

2500 ц/га. Болдырев отмечает, что основная масса органики сосредоточена в древостое и гумусе, масса подстилки варьирует в пределах 5–7% от общей массы. Масса других компонентов невелика. Как можно видеть, значения самые различные.

На территории лесопарка имеется 590 га непокрытых лесом земель. Среди земель, непокрытых лесом, наиболее привлекательны для отдыха ландшафтные поляны, составляющие 36% (213 га) от площади этих земель. На таких землях привлекательностью для рекреационной деятельности является травяной покров, который характеризуется составом трав, их густотой (проективным покрытием), наличием или отсутствием дернины, ее состоянием и пр.

Структура травяного покрова в зависимости от условий, которые складываются из особенностей местопроисрастания трав (рельеф, почва и ее увлажнение, тип леса и его полнота и пр.), приводится в табл. 6. Анализируя данные, видно, что типы трав соответствуют лесорастительным условиям, которые довольно разнообразны по элементам рельефа лесопарка: от сухих судубрав (C_1) до дубрав свежих – влажных ($D_{2,3}$). Разнообразны и типы лесов: в основном дубняки, реже встречаются кленовики, липняки. В сухих и сухих-свежих дубняках преобладают такие виды трав, как мятлик, коротконожка, ландыш, купена лекарственная; встречаются степные виды – ковыль и типчак. С увеличением влажности почвы начинают примешиваться орляк, осока волосистая, сныть, лазурник, сочевник и другие более влаголюбивые виды трав.

Таблица 6

Распределение структуры травяного покрова и его фитомассы по элементам рельефа парка «Кумысная поляна»

Номер точки	Местоположение (экспозиция)	Квартал/выдел	Тип лесорастительных условий	Тип леса	Формула леса	Доминанты травяного покрова	Вес травяной фитомассы, ц/га (возд. сухой)
Трансект № 1 (9-я Дачная остановка, овраг Широкий)							
1	Плакор	21,8	C_{1-2}	$D_{бм}$	4Д4Л1Б1Кло	Мятлик дубравный, ландыш, лазурник, подмаренник пахучий	4,5
2	С склон	11,15	C_{1-2}	$D_{сн}$	5ДЗЛ2Кло	Сныть обыкн., мятлик дубр., фиалка удивительная, подмаренник пахучий	4,0
3	С склон	11,15	C_{1-2}	–	Открыто	Горец птичий, пырей ползучий, одуванчик лекарст.	9,0
4	Ю склон	11,11	C_1	–	Открыто	Ковыль волосатик, польнь, мятлик обыкновенный	7,4
5	Ю склон	11,12	D_1	$D_{пкл}$	10Д	Ландыш, подмаренник, вероника дубр., купена пахуч.	10,4
Трансект № 2 (1-я Дачная остановка, северо-восточный склон плато)							
6	Плакор	56,2	D_1	–	Открыто	Польнь австрийская, мятлик луговой, пырей ползучий, чина гороховидная	6,2



Продолжение табл. 6.

Номер точки	Местоположение (экспозиция)	Квартал/выдел	Тип лесорастительных условий	Тип леса	Формула леса	Доминанты травяного покрова	Вес травяной фитомассы, ц/га (возд. сухой)
7	СВ склон верх. ч.	57,7	C ₁	–	8Л2Ос	Мятлик узколиств., осока, лапчатка серебристая, клевер альпийск., тысячелистник	6,0
8	СВ склон сред. ч.	57,8	Д ₂	–	Открыто	Мятлик луговой, звездчатка ланцевидн., осока, клевер альпийск., костер безостый	7,4
9	СВ склон сред. ч.	44,12	Д ₁	–	Открыто	Пырей ползучий, мятлик луговой, одуванчик лекарст., вероника душистая	15,1
10	СВ склон ниж. ч.	44,12	Д ₁	–	Открыто	Тысячелистник, лопух, подорожник большой, мятлик узколистн., лобазник обнаженный	29,5
Трансект № 3 (урочище Корольков сад)							
11	ЮЮВ склон Подножье	117,13	C ₁	–	Открыто	Полынь обыкн., вьюнок полевой, бодяг полевой, подмаренник цепкий, латук татарский	10,0
12	Ю склон ниж. часть	117,1	C ₁	–	9Кло1Б	Сныть обыкн., чистотел, тысячелистник, вероника дубравная, мятлик узколистный	12,6
13	Ю склон сред. ч.	117,5	C ₁	–	Открыто	Вероника австрийск., подорожник, костер береговой, лапчатка серебр., лютик многоцветк.	8,8
14	Ю склон сред. ч.	111,4	C ₁₋₂	–	Открыто	Пырей ползучий, горец птичий	4,4
15	Ю склон верх. ч.	111,8	C ₁	Д _{узм}	4ДЗКло3Б	Мятлик узколистн., тысячелистник, солодка, астрагал, Подмаренник, кирказон обыкновенный	2,0
16	Плакор	111,10	C ₁	Д _{брм}	5ДЗБ2Яс	Мятлик дубр., коровяк, ковыль волосатик, клевер	6,3
Трансект № 4 (плато, оздоровительный лагерь «Дубки»)							
17	Плакор	82,13	Д ₁	Д _{пкл}	8Д2Лп	Ландыш, чистотел, одуванчик лекарств.	10,0
18	Плакор	97,8	C ₁₋₂	–	10С	Мятлик дубравн., полынь обыкн., гравилат городской	7,5
19	Плакор	98,7	C ₁₋₂	–	5Кло4Д1Лп	Ландыш, ясменник душистый	5,6
Трансект № 5 (западный склон плато, родник «Малиновый»)							
20	ЗСЗ склон	50,2	Д ₁	Д _{сн}	6Д3Лп1Кло	Сныть, ландыш, фиалка удивит., купена лекарст.	5,8
21	Тальвег балки	49,9	Д ₂₋₃	–	4Кло5Ол1Лп	Сныть, ландыш, мятлик лесной, звездчатка ланцетная	4,6



Окончание табл. 6.

Номер точки	Местоположение (экспозиция)	Квартал/выдел	Тип лесорастительных условий	Тип леса	Формула леса	Доминанты травяного покрова	Вес травяной фитомассы, ц/га (возд. сухой)
22	Тальвег балки	48,10	Д ₂	–	7Лп2Д1Кло	Ландыш, осока, звездчатка, сныть, крапива двудомная	5,9
Трансект № 6 (плато, Большая Кумысная поляна – район урочища Лаптев сад)							
23	Плакор	23,9	Д ₂	–	Редина	Полынь горькая, подмаренник, клевер, тысячелистник	9,8
24	Плакор	23,4	Д ₂₋₃	Д _{сн}	7Д2Кло1Лп	Сныть обыкновенная, шалфей, мятлик лесной	10,2
25	Плакор	38,8	Д ₂	–	10Б	Мятлик лесной, лапчатка, полынь, клевер	11,6
26	Плакор	38,6	Д ₁	Д _{пкм}	7Д2Лп1Б	Осока, ландыш, клевер	9,0
27	Плакор	52,7	С ₁	–	10С	Мертвопокровный, из кустарников рябина	-
Трансект № 7 (северный склон с выходом на водораздел: 5-я Дачная остановка – район Савельевских гор)							
28	С склон сред. ч.	1,5	С ₁₋₂	–	9Лп1Кло+Д	Ясменник, чистотел, купена лекарств., гравилат городской, осока, мятлик узколистный	7,8
29	Плакор	6,6	С ₁	Д _{узм}	5Д4Лп1Кло	Мятлик узколистный, вероника дубравная, таволга	8,2
30	Бровка плак.	13,1	С ₁	Д _{узм}	5Кло4Д1Б	Купена лекарств., ландыш, ясменник (подстилка до 2 мм)	10,0
31	Ю склон балки	14,6	С ₁₋₂	Д _{бм}	4Д4Лп2Кло	Звездчатка, лазурник трехлопастной, купена лекарств., мятлик дубравный	12,6
32	Плакор	24,4	С ₁₋₂	–	10Ос+Лп	Ясменник, купена лекарств., мятлик дубравный	9,9
33	Плакор	24,8	Д ₂	–	6Ос3Лп1Д+К	Мятлик лесной, лапчатка, осока	9,2
34	Бровка плак.	41,1	С ₁₋₂	Д _{бм}	5Д5Лп+Ос	Мятлик дубравный, коротконожка, ландыш, купена лек.	10,1

Натурные исследования запасов фитомассы, которые производились в начале июля 2008 г., показали значительный разброс ее показателей по территории (от мертвопокровной поверхности до 29,5 ц/га в сухо-воздушном состоянии). В целом на открытых участках запас фитомассы трав в основном определялся увлажнением почвенного слоя, в лесу увеличение влажности не всегда приводило к росту веса фитомассы. В этом отношении показателен трансект, проходящий в районе «Малинового родника», где, несмотря на значительную влажность почвы, вес фитомассы не вышел за пределы 6 ц/га, что связано с высокой степенью сомкнутости древостоя (0,8–0,9). Аномально высокая продуктивность травяного покрова зафиксирована в месте выхода родников (точка 10) в районе 1-й Дачной остановки (29,5 ц/га), причем видовой состав представлен влаголюбивыми типами – лопухом, подорожником, бодягом и др.

Наименьшая продуктивность трав наблюдается в оползневом цирке на юго-восточных склонах плато (2–4 ц/га на верхних крутых участках склона), лишь на нижних участках и у подножья продуктивность составила 10–12 ц/га.

Наблюдения показали, что на склонах плато южных и юго-восточных экспозиций степная растительность высоко поднимается к водоразделу и прибрежные части плакора здесь начинают приобретать остепненный характер. Даже на лесных участках наблюдается появление злаковой дернины.

Несмотря на малое число выделов, для которых рассчитывалась продуктивность фитомассы травяного покрова, можно заметить некоторые закономерности в распределении ее веса по элементам рельефа. На плакоре открытые участки в среднем имеют большую фитомассу по сравнению с лесными участками (9,3 и 7,5 ц/га), на бровках плакора так-



же увеличивается продуктивность трав (10,4 ц/га), на склонах происходит рост запаса фитомассы с уменьшением высоты. Тальвеги ущелий, за счет большой полноты древостоя, обладают сравнительно малой продуктивностью трав.

Построенные карты параметров фитоценозов могут служить материалом для оценки состояния лесных кварталов с экологической точки зрения, которую можно назвать степенью экологического неравновесия, или устойчивости экосистем. Для этого на одну ландшафтную основу необходимо наложить все параметры, которые можно принять в качестве индикаторов состояния фитоценозов. Нами в качестве степени неравновесия были выбраны средние показатели по лесотаксационным кварталам: объем стволовой древесины менее 110 м³/га,

возраст древостоев менее 60 лет, доля открытых участков более 50%, полнота древостоя менее 0,5 и густота дорожно-тропинчатой сети более 0,09 км/га. Каждый из них указывает на ранимость геосистемы, а в комплексе они указывают на значительную дигрессию участков, на которых рекреационная деятельность должна быть ограничена. При этом степень ограниченности должна возрастать с числом неблагоприятных факторов в лесном квартале.

Все параметры определенного порога, выбранные для оценки экологического состояния, наносятся с карт разных показателей на единую карту, затем производится анализ. Наиболее ранними являются кварталы, расположенные на юго-восточном и восточном склонах уступа – кварталы 88 и 112, менее ранними – 111 и 113, что видно из рис. 2. Число

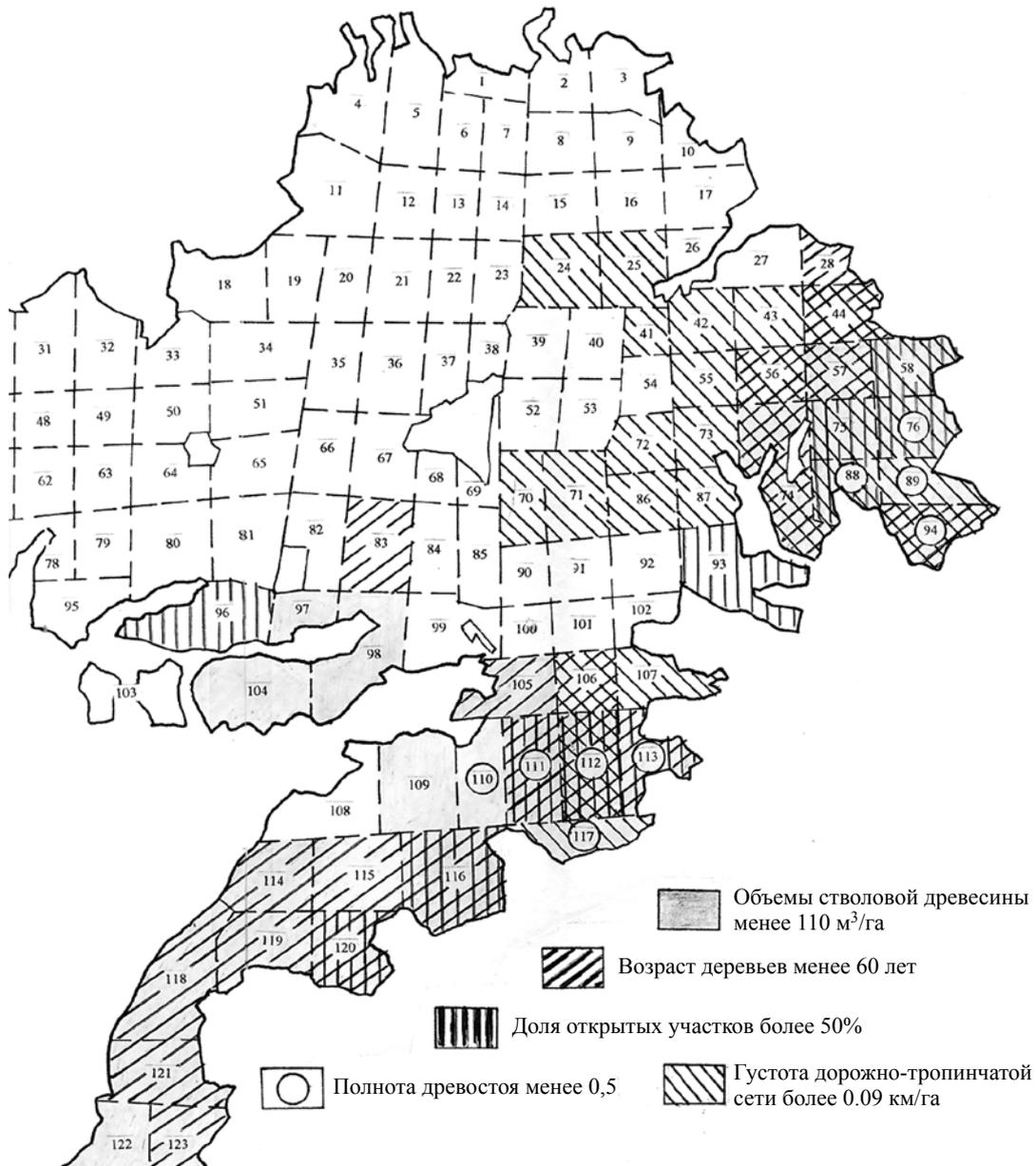


Рис. 2. Схема степени экологической неустойчивости в лесных кварталах лесопарка «Кумысная поляна».



совпадений неблагоприятных факторов в них максимально (равно 5) и относительно велико (равно 4). Подобный анализ степени устойчивости лесных фитоценозов проведен по лесотаксационным кварталам, но это можно сделать и по лесотаксационным выделам.

Таким образом, гео- и биогеофизические показатели состояния реально отражают дифференциацию ландшафтных условий, вскрывают причинно-следственные связи, причем геофизические показатели структуры ландшафта выступают как причины, биогеофизические – как следствие. Экологическая значимость этих показателей также велика, вследствие чего они вполне могут служить методологической основой при оценке ландшафтной структуры региона.

УДК 551.590.2

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ВЛИЯНИЕМ КОСМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

М.Б. Богданов, А.В. Федоренко

Саратовский государственный университет,
кафедра метеорологии и климатологии
E-mail: BogdanovMB@info.sgu.ru

Проведен анализ спектра мощности временного ряда ежедневных значений атмосферного давления, измеряемых альпийской высокогорной станции Юнгфрауйох с 1968 по 1992 г. В спектре ряда обнаружены гармоника полюсного прилива, вызываемого движением полюса Земли, две гармоники лунно-солнечного прилива, гармоника с периодом синодического месяца, вызванная изменением инсоляции при движении системы Земля – Луна вокруг общего центра масс, а также две гармоники, проявляющиеся в изменениях межпланетного магнитного поля, существование которых объясняется особенностями механизма солнечного динамо.

Ключевые слова: атмосферное давление, спектр мощности, гармоники, приливы, инсоляция, солнечная активность.

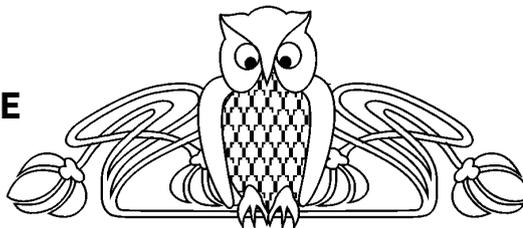
Periodical Changes in the Atmospheric Pressure, Caused by the Influence of the Space Factors

М.В. Bogdanov, А.В. Fedorenko

We carried out the analysis of the power spectrum of the time series of the daily values of the atmospheric pressure measured in high-level Alpine station Jungfraujoch in the time interval from 1968 through 1992. In the power spectrum are discovered the harmonic of polar tide, caused by the Earth's pole motion, two harmonics of luni-solar tide, the harmonic with the period of synodic month, connected with a change in the insolation during the motion of system the Earth – Moon around the common center of masses, and also two harmonics revealed in changes in the interplanetary magnetic field,

Библиографический список

1. Трифонова Т.М. Лесные насаждения в Саратове на эродированных склонах Лысой горы // Сб. науч. тр. Саратов. сельскохоз. ин-та. Саратов, 1983. С. 62–73.
2. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. М.: Мысль, 1986. 178 с.
3. Болдырев В.А. Естественные леса Саратовского Побережья: Эколого-ценотический очерк. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2005. 92 с.
4. Проект организации и развития лесного хозяйства леспархоза «Кумысная поляна»: В 3 т. Т. 1. Объяснительная записка. Воронеж, 1995. 185 с.
5. Утехин В.Д. Первичная биологическая продуктивность лесостепных экосистем. М.: Наука, 1977. 147 с.
6. Дьяконов К.Н. Геофизические показатели функционирования ландшафтов для оценки антропогенных воздействий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География. 2003. № 1. С. 15–19.



whose existence is explained by the features of the solar dynamo mechanism.

Key words: atmospheric pressure, power spectrum, harmonics, tides, insolation, solar activity.

Введение

Изучение проблемы влияния космических факторов на процессы, протекающие в глубинах нашей планеты, ее атмосфере и гидросфере представляет большой интерес для многих наук о Земле. В число этих факторов входят разнообразные проявления солнечной активности [1], особенности движения Земли в Солнечной системе, ее вращения вокруг собственной оси и движение полюса [2, 3], а также приливные воздействия Луны и Солнца, способные вызывать изменения океанической циркуляции и влиять на характеристики регионального и глобального климата [4–6]. Степень влияния некоторых факторов сравнительно невелика. Однако периодический характер воздействия позволяет надеяться обнаружить его проявление при анализе достаточно продолжительных временных рядов геофизических величин.

В ходе предыдущих исследований мы изучили изменения приземной температуры воздуха и обнаружили наличие ряда гармоник, возникающих под влиянием космических факторов [7, 8]. Целью настоящей работы является поиск возможных периодических составляющих, связанных



с космическими воздействиями, в изменениях атмосферного давления.

Исходные данные и их предварительная обработка

Мы проанализировали ряд ежедневных значений атмосферного давления, измеряемых в 12 часов каждого дня на высокогорной станции Юнгфрауйох ($46^{\circ}.6 N, 8^{\circ}.0 E, H = 3572$ м) с 1 января 1968 по 31 декабря 1992 г. Станция расположена на альпийской вершине, и ее метеоусловия близки к свободной атмосфере. Информация была получена из базы данных Space Physics Interactive Data Resource по сети Интернет (<http://spidr.ngdc.noaa.gov/>). В двух случаях отсутствующие значения были рассчитаны с помощью линейной интерполяции данных. Полное число отсчетов ряда составляет 9132.

Для устранения влияния сезонных скачков давления, связанных с изменениями температуры, из ряда был вычтен вклад синусоиды с периодом, равным тропическому году (промежутку времени между двумя последовательными прохождениями Солнца точки весеннего равноденствия, $365.^d2422$). Амплитуда $7,697$ гПа и фаза $3,996$ рад. этой синусоиды определялись по способу наименьших квадратов. Аналогичным образом были определены амплитуда $1,180$ гПа и фаза $0,786$ рад. первой гармоники тропического года, имеющей период $182.^d6211$, которая также была вычтена из ряда среднесуточных значений температуры.

Стандартное отклонение (σ) полученного ряда характеризует изменение ежедневных значений атмосферного давления в данном пункте, не связанное с сезонными вариациями, и равно $\sigma = 7,06$ гПа.

Анализ спектра мощности временного ряда

Нами использовался классический вариант цифрового спектрального анализа с расчетом спектра мощности $S(f)$ путем фурье-преобразования автокорреляционной функции [9]. При выбранном максимальном сдвиге автокорреляции в 4000 отсчетов для использованного корреляционного окна Ханна ширина спектрального окна составляет $\Delta f = 3,333 \times 10^{-4} d^{-1}$. Число степеней свободы спектральной оценки равно 6, а длина 90%-го логарифмического доверительного интервала $-0,886$.

Часть графика десятичного логарифма спектра мощности в диапазоне частот от нуля до $f = 0,01 d^{-1}$, содержащая гармоники с периодами T превышающими 100^d , приведена на рис. 1. Вертикальным отрезком на данном рисунке показан логарифмический доверительный интервал, а горизонтальным – ширина спектрального окна, характеризующая разрешающую способность по частоте. Наиболее заметный пик, обозначенный у вершины символом T_p , соответствует гармонике так называемого полюсного прилива. Этот прилив возникает в Мировом океане и атмосфере под влиянием движения полюса Земли, в котором наиболее выделяется чандлеровский период $T_p = 1,19$ года [10]

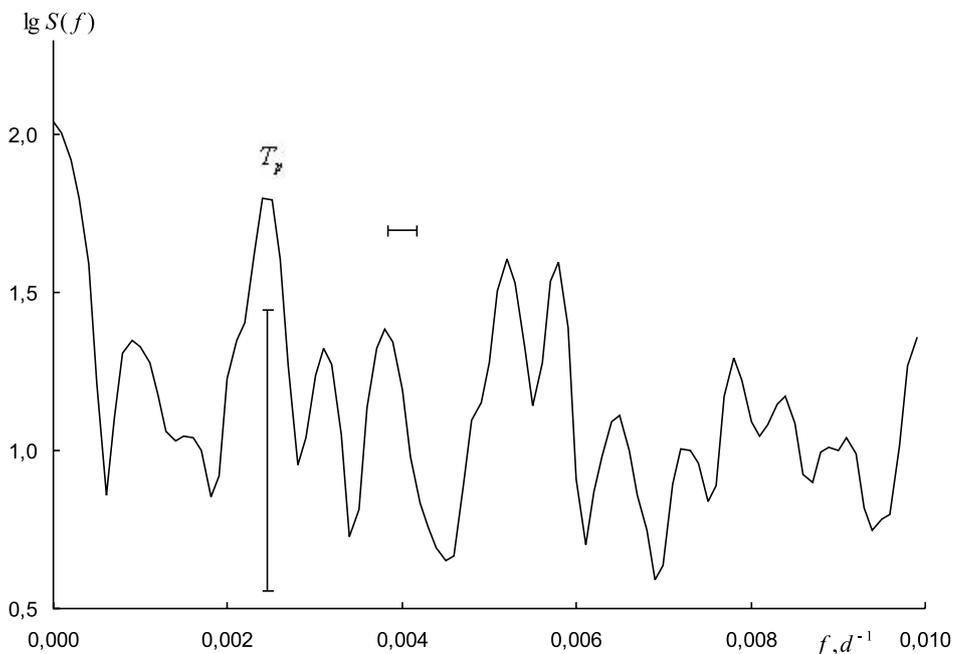


Рис. 1. График логарифма спектра мощности в диапазоне гармоник с периодами, превышающими 100^d . Наиболее заметный пик соответствует гармонике полюсного прилива T_p



Область спектра в диапазоне частот f от $0,03 \text{ d}^{-1}$ до $0,04 \text{ d}^{-1}$, соответствующих периодам около одного месяца, приведена на рис. 2. В этой области обнаруживаются четыре пика, соответствующие известным гармоникам космических факторов: гармоника $L0$ с периодом синодического месяца, связанная с изменением инсоляции при движении системы Земля – Луна вокруг общего центра масс [11], гармоника лунно-солнечного прилива M_m , а также две гармоники T_{S1} и T_{S2} , проявляющиеся в изменениях межпланетного

магнитного поля. Пики, отвечающие этим гармоникам, обозначены у вершин соответствующими символами.

Область спектра в диапазоне частот f от $0,07 \text{ d}^{-1}$ до $0,08 \text{ d}^{-1}$, соответствующих периодам около полу-месяца, приведена на рис. 3. Как и ранее, вертикальным отрезком на рис. 3 показан логарифмический доверительный интервал, а горизонтальным – ширина спектрального окна. В данной области выделяется пик с частотой $0,0732 \text{ d}^{-1}$, соответствующий гармонике лунно-солнечного прилива M_f .

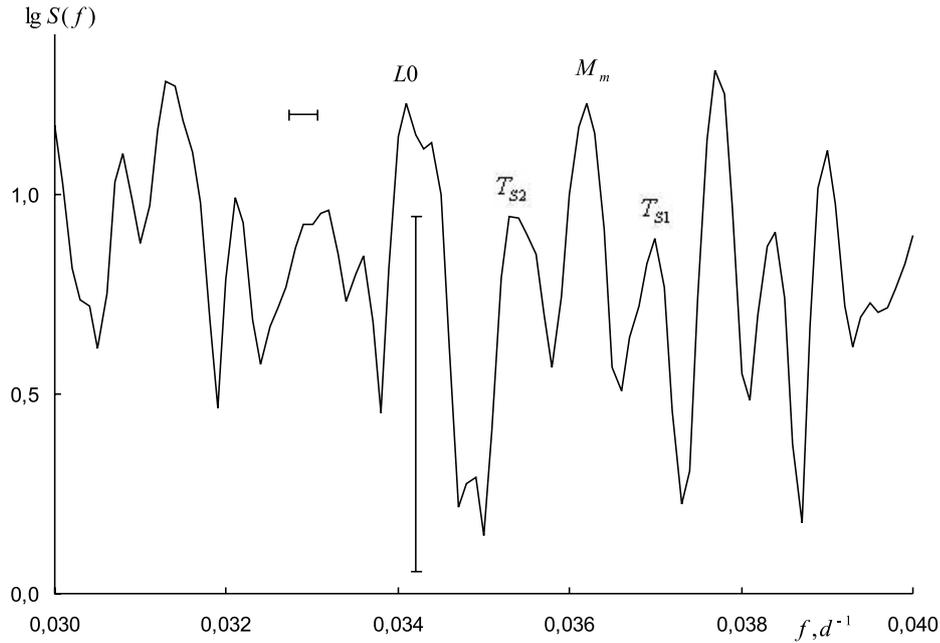


Рис. 2. График логарифма спектра мощности в диапазоне гармоник с периодами около месяца. Отмечены пики, соответствующие гармонике синодического месяца $L0$, приливной гармонике M_m , а также гармоникам T_{S1} и T_{S2} , проявляющимся в изменениях межпланетного магнитного поля

Характеристика гармоник, найденных в спектре мощности временного ряда изменения атмосферного давления

Гармоника	Точный период, d	f_m, d^{-1}	T, d	$A(f_m), \text{гПа}$
T_p	435	0.0024	416 ± 58	1.35
$L0$	29.53	0.0341	29.33 ± 0.29	0.70
T_{S2}	28.30	0.0353	28.33 ± 0.27	0.46
M_m	27.55	0.0362	27.62 ± 0.25	0.67
T_{S1}	27.03	0.0370	27.03 ± 0.24	0.42
M_f	13.66	0.0732	13.66 ± 0.06	0.54

Совмещая середину доверительного интервала с основанием пиков в спектре мощности, можно убедиться, что наличие указанных гармоник является статистически значимым. Если принять, что погрешность оценки частоты гармоники f_m , соответствующей максимуму пика, равна ширине спектрального окна Δf , то погрешность определения соответствующего периода $T = 1/f_m$ будет равна $\Delta T = T^2 \Delta f$. Найденные частоты f_m и периоды T гармоник вместе с погрешностями их определения приведены в таблице, в первом столбце которой дано обозначение гармоники,

а во втором – точное значение периода. То, что найденные периоды гармоник отличаются от точных значений не более чем на величину ΔT , служит еще одним аргументом в пользу их достоверности.

В качестве оценки амплитуды гармоники нами бралась величина

$$A(f_m) = \sigma \sqrt{2\Delta f (S(f_m) - S_0)},$$

где σ – среднеквадратичное отклонение временного ряда равно $7,06 \text{ гПа}$; Δf – ширина спектрально-

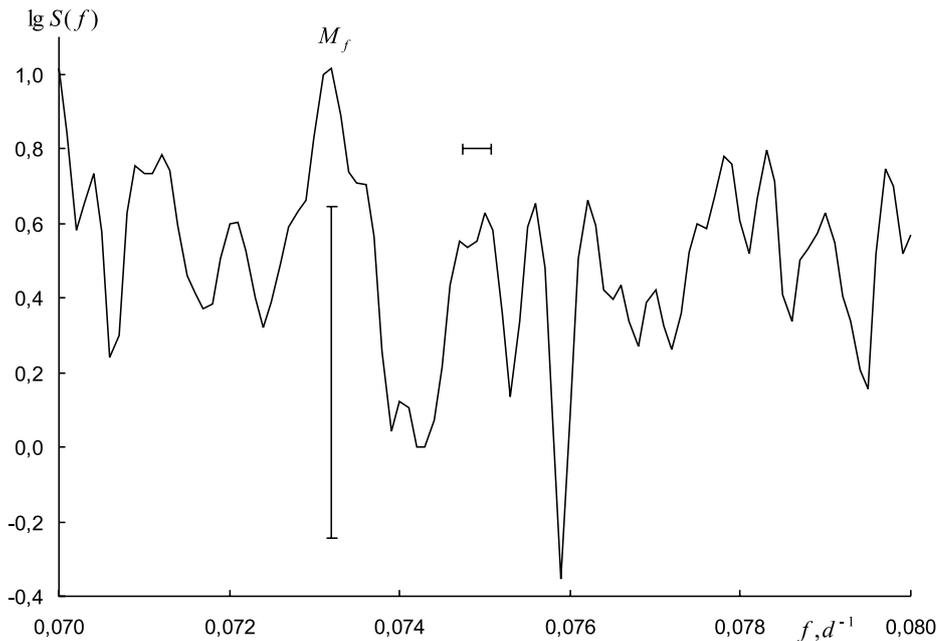


Рис. 3. График логарифма спектра мощности в диапазоне гармоник с периодами около полумесяца. Отмечен пик, соответствующий приливной гармонике M_f

го окна; $S(f_m)$ – значение спектральной плотности в максимуме пика; а S_0 – величина спектральной плотности у основания пика, оцениваемая как полусумма значений $S(f)$, измеренных слева и справа от пика. Найденные амплитуды гармоник $A(f_m)$ также приведены в таблице. Известно, что при цифровом спектральном анализе частоты гармоник определяются гораздо точнее, чем их амплитуды. С учетом величины доверительного интервала спектральной оценки можно утверждать, что с вероятностью 90% амплитуды гармоник должны отличаться от найденных значений не более чем в 2,8 раза.

Обсуждение результатов

Присутствие в изменениях атмосферного давления гармоник полусуточного прилива и лунно-солнечного прилива не является неожиданностью. Тем не менее, учитывая малую величину их амплитуды, это служит хорошей иллюстрацией возможностей спектрального анализа продолжительных временных рядов. К сожалению, длина анализируемого ряда не достаточно велика для поиска изменений давления, соответствующих 11-летнему циклу солнечной активности. Однако в спектре ряда не заметно влияния и некоторых более короткопериодических факторов. В частности, отсутствует пик, соответствующий квазидвухлетнему циклу (QBO , $T = 2,40$ года), обнаруженному по изменениям скорости ветра в экваториальной стратосфере, который нередко проявляет себя в различных геофизических явлениях [3]. Нет заметных следов влияния изменения инсоляции, вызванного планетными возмущениями орбиты

Земли, главными из которых являются гармоника с синодическим периодом Юпитера ($T = 339^d.0$, амплитуда $44,1$ мВт/м²) и первая гармоника синодического периода Венеры ($T = 291^d.9$, амплитуда $42,7$ мВт/м²) [12]. Следует однако отметить, что при достигаемом частотном разрешении пик, соответствующий гармонике с синодическим периодом Юпитера, должен сливаться с пиком полусуточного прилива.

Весьма интересным является присутствие во флуктуациях атмосферного давления гармоник $L0$ с периодом синодического месяца. Единственным объяснением этого факта является влияние изменения инсоляции при движении системы Земля – Луна вокруг общего центра масс с амплитудой $82,5$ мВт/м² [11]. Гармоника с таким периодом уверенно обнаруживается и во флуктуациях приземной температуры воздуха [7].

Гармоники T_{S1} и T_{S2} связаны с изменениями межпланетного магнитного поля (ММП), порождаемого фотосферными магнитными полями Солнца, которые, в свою очередь, создаются с помощью механизма гидромагнитного динамо [13]. Вследствие вращения Солнца ММП приобретает характерную секторную структуру, которая пересекается Землей в ходе ее орбитального движения. При пересечении границы сектора полярность магнитного поля (принимаемая положительной в направлении от Солнца) сохраняется постоянной в течение нескольких суток, а затем меняется на противоположную. В ряде исследований были получены указания на возможность связи явлений пересечения Землей границ секторов ММП с изменениями приземного атмосферного давления, индекса завихренности и грозовой активности [14].



Анализ наблюдений ММП, проведенных космическими аппаратами в 1963–1998 гг., позволил обнаружить в его изменениях гармонику с периодом $27^d.03 \pm 0^d.02$ [15], близким к синодическому периоду вращения Солнца. В дальнейшем ряд наблюдений ММП был дополнен более ранними данными (до начала 1926 г.), восстановленными по результатам измерений наземными магнитометрами, а также продлен до 2007 г. наблюдениями из космоса. Исследование эволюции спектра мощности этого временного ряда позволило получить интересные результаты [16]. Оказалось, что в 1926–1950 гг., 1980–1992 гг. и после 2000 г. основной гармоникой спектра была гармоника с периодом $27^d.03$, в то время как в 1950–1970 гг. доминировала гармоника, имеющая период $28^d.30$.

Наряду с исследованием изменений ММП, в работе [16] был проведен анализ карт абсолютных величин напряженности фотосферного магнитного поля Солнца. При этом обнаружено существование двух основных мод поля, не участвующих в дифференциальном вращении фотосферы. Эти моды вращаются с постоянной угловой скоростью и имеют периоды $27^d.04 \pm 0^d.03$ в северном полушарии и $28^d.24 \pm 0^d.03$ в южном полушарии Солнца. Существование и наблюдаемые характеристики мод фотосферного магнитного поля объясняются особенностями механизма солнечного динамо [16]. Их периоды практически равны периодам гармоник изменения ММП.

Следует отметить, что первая гармоника – T_{S1} – совпадает с синодическим периодом вращения Солнца. Изменения с этим периодом ранее неоднократно фиксировались при анализе временных рядов разных метеорологических и геофизических величин [14]. Данный феномен получил название 27-суточной рекуррентии и объясняется наличием активных областей, существующих в течение нескольких оборотов Солнца. При этом достигающее Земли электромагнитное и корпускулярное излучение вспышек, возникающих в активных областях, модулируется вращением Солнца. Таким образом, присутствие в спектре мощности только одной гармоники T_{S1} не может считаться достаточным условием существования связи флуктуаций атмосферного давления с изменениями ММП. Решающим фактом является одновременное наличие в спектре гармоники T_{S2} . Период данной гармоники не совпадает с характерным временем каких-либо других земных или космических процессов, кроме изменения ММП, а ее происхождение связано с особенностями механизма солнечного динамо.

Заключение

Проведенный анализ спектра мощности временного ряда ежедневных значений атмосферного давления, измеренных на высокогорной

станции Юнгфрауйох на протяжении 25-летнего интервала времени, позволил достаточно надежно обнаружить присутствие в изменениях давления периодических составляющих. В спектре ряда найдены гармоника полусинодического прилива T_p , две гармоники лунно-солнечного прилива M_m и M_j , гармоника с периодом синодического месяца $L0$, связанная с изменением инсоляции при движении системы Земля – Луна вокруг общего центра масс, а также гармоники T_{S1} и T_{S2} , проявляющиеся в изменениях межпланетного магнитного поля. Период гармоники T_{S1} совпадает с синодическим периодом вращения Солнца, и она также может быть связана с явлением 27-суточной рекуррентии. Хорошее совпадение в пределах оцененной погрешности найденных периодов гармоник с точными значениями служит дополнительным аргументом в пользу их достоверности.

Ранее наличие всех этих гармоник, за исключением гармоники полусинодического прилива, было обнаружено нами также при анализе временного ряда среднесуточных значений приземной температуры воздуха. Присутствие данных периодических составляющих и в изменениях атмосферного давления подтверждает влияние указанных космических факторов на состояние тропосферы.

Библиографический список

1. Авдюшин С.И., Данилов А.Д. Солнце, погода и климат: сегодняшний взгляд на проблему // Геомагнетизм и аэронавигация. 2000. Т. 40, № 5. С. 3–14.
2. Монин А.С., Шишков Ю.А. Климат как проблема физики // Успехи физ. наук. 2000. Т. 170, № 4. С. 419–445.
3. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб., 2002. 200 с.
4. Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. М., 1996. 188 с.
5. Wunsch C. Moon, tides and climate // Nature. 2000. Vol. 405. P. 743–744.
6. Treloar N.C. Luni – solar tidal influences on climate variability // Intern. J. Climatology. 2002. Vol. 22, № 12. P. 1527–1542.
7. Богданов М.Б., Катрущенко А.В. Периодические изменения приземной температуры воздуха, вызванные влиянием космических факторов // Изв. Саратов. ун-та. Нов. серия. Сер. Науки о Земле. 2008. Т. 8, вып. 2.
8. Богданов М.Б. Проявление особенностей солнечного динамо в изменениях приземной температуры воздуха // Географические исследования в Саратовском государственном университете: Сб. науч. тр. Саратов, 2008. С. 187–192.
9. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. М., 1972. 603 с.
10. Максимов И.В. Геофизические силы и воды океана. Л., 1970. 447 с.
11. Богданов М.В., Катрущенко А.В. Изменения инсоляции, вызванные влиянием Луны // Изв. Саратов. ун-та. Нов. серия. Сер. Науки о Земле. 2008. Т. 8, вып. 1. С. 3–5.



12. Богданов М.Б., Сурков А.Н. Короткопериодные изменения инсоляции, вызванные планетными возмущениями орбиты Земли // Метеорология и гидрология. 2006. № 1. С. 48–54.
13. Зельдович Я.Б., Рuzмайкин А.А. Гидромагнитное динамо как источник планетарного, солнечного и галактического магнетизма // Успехи физ. наук. 1987. Т. 152, № 2. С. 263–284.

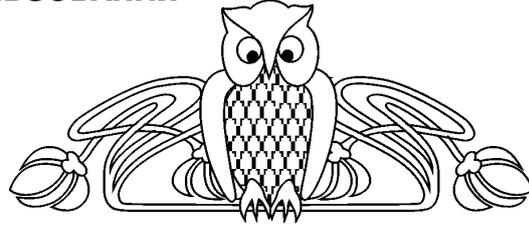
14. Герман Дж.Р., Голдберг Р.А. Солнце, погода и климат. Л., 1981. 319 с.
15. Neugebauer M., Smith E.J., Ruzmaikin A. et al. The solar magnetic field and the solar wind: existence of preferred longitudes // J. of Geophysical Research. 2000. Vol. 105. Iss. A2. P. 2315–2324.
16. Lawrence J.K., Cadavid A.C., Ruzmaikin A. Rotational quasi periodicities and the Sun – heliosphere connection / E-print. 2008. 22 p. (<http://ru.arxiv.org/abs/0803.3260>).

УДК 504.54:631

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

В.А. Гусев, Н.В. Пичугина

Саратовский государственный университет,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: gis@sgu.ru



В статье на примере хозяйств Александрово-Гайского и Новоузенского районов Саратовской области раскрывается, как на аридных земледельческих территориях активное вмешательство человека в естественный состав и функционирование экологических систем привело к значительному нарушению сложившегося баланса в экосистемах.

Показывается, что по силе негативного воздействия на окружающую среду доминирующее положение занимает производственно-экономическая система, представленная, прежде всего, аграрной подсистемой, базирующейся на возобновимых ресурсах.

Предлагается на первоначальном этапе совершенствования структуры землепользования проводить оценку сбалансированности природно-территориальных систем на основе концепции эколого-хозяйственного баланса территории.

Ключевые слова: Саратовское Заволжье, устойчивость территории, экологический каркас, структура землепользования, концепция эколого-хозяйственного баланса, уровень антропогенной преобразованности, коэффициент относительной напряженности.

Problems of Modern Land Use on an Example of a Semi-Arid Zone on the Left Bank of Volga River in Saratov Region

V.A. Gusev, N.V. Pichugina

Chair of physical geography and landscape ecology, geographical faculty Article reveals on an example of farms in Aleksandrovo-Gajski and Novouzenski areas of the Saratov region how active anthropogenic intervention in natural structure and functioning of ecological systems in arid agricultural territories leads to considerable disbalance in ecosystems.

Authors show that the dominating position on power of the negative influence on environment is occupied by industrial-economic system presented first of all agrarian subsystem based on renewable resources.

It is suggested estimating of the nature systems equilibrium on the basis concept of ecological-economical balance of territory as an initial stage of land use structure improvement.

Key words: The left bank of Volga river, stability of territory, ecological frame, structure of land use, strategy of ecological-economic balance, the level of anthropogenic change, the coefficient of relative intensity.

Саратовская область относится к числу регионов, где в последнее время заметно активизировались процессы аридизации и деградации территории. В значительной степени этому способствуют современные тенденции в изменении климата, а также возрастающая активность эрозионных процессов. Наиболее заметно процессы деградации проявляются в центральных и юго-восточных районах Саратовского Заволжья, которые представляют собой степные, сухостепные и полупустынные территории, остро реагирующие на антропогенную нагрузку и изменение климатических условий [1].

В полупустынную природно-климатическую зону Саратовского Заволжья входят два граничащих с Казахстаном района – Александрово-Гайский и частично Новоузенский.

Территория районов относится к аридной зоне и характеризуется резко континентальным климатом со средним годовым количеством осадков 250–200 мм, с суровой, практически бесснежной зимой и жарким летом, сильными ветрами в зимне-весенний период и частым проявлением засух. Почвенный покров земледельческой зоны слогают бурые пустынные и светло-каштановые почвы, большей частью малопродуктивные, малопродуктивные и малогумусные, преимущественно легкого механического состава. Все они подвержены дефляции и в меньшей степени водной эрозии.

Активное вмешательство человека в естественный состав и функционирование экологических систем на аридных земледельческих территориях привело к значительному нарушению



сложившегося баланса в экосистемах как непосредственно на массивах, используемых в земледелии, так и на окружающих территориях.

При этом большая неустойчивость ведения земледелия свойственна периоду после массового освоения целинных и залежных земель, в короткий срок увеличившего площадь пашни в несколько раз и вызвавшего катастрофическую вспышку процессов дефляции почв.

Масштабы целинных работ были колоссальными. За первые годы было освоено 35,9 млн га целинных земель, в том числе 14,9 млн га в России и 20 млн га в Казахстане. Общая площадь освоения начиная с 1954 г. составила почти 45 млн га [2].

В Поволжье к 1958 г. было распахано более 3 млн га новых земель, в том числе в Саратовской области около миллиона гектаров. На целинных землях Саратовского Заволжья было создано 13 крупных совхозов. За период 1954–1958 гг. целина Саратовской области дала дополнительно 22,7 млн ц зерна, или 4,54 млн ц в год [3].

Однако распашка целины наряду с получением дополнительного количества сельскохозяйственной продукции привела к снижению экологической устойчивости почвы.

Земледельческое освоение территории привело, прежде всего, к уничтожению естественного растительного покрова. Естественные устойчивые фитоценозы с большим видовым разнообразием заменяются растительными популяциями преимущественно с одним, реже двумя видами растений (не считая сорняков). Такие однородные растительные сообщества обладают значительно меньшей устойчивостью.

В районах сплошной распашки, которая велась и на легких неприкасаемых для пахаря почвах, была разрушена веками складывавшаяся структура землепользования, развилась бурная ветровая эрозия. Суммарные потери запасов гумуса в почве на 3–4 год после распашки упали на 30–40% от естественного первоначального уровня. В связи с этим ухудшилась структура почвы, выросла степень ее дисперсности, что в условиях засушливого климата привело к усилению процессов ветровой эрозии. В отдельных случаях почвенный покров в результате ветровой эрозии потерял до 50% мощности своего гумусового горизонта. Производство товарного зерна, довольно высокое в первые годы освоения целины, пошло на убыль.

Биомасса, создаваемая в антропогенном фитоценозе, в значительной мере (до 50–70%) отчуждается из экосистемы в виде растениеводческой продукции. Трансформируется естественный цикл круговорота органических и неорганических веществ в экологических системах [4].

Изменение состава растительного покрова в антропогенных фитоценозах по сравнению с естественными фитоценозами более или менее сильно воздействует на изменение свойств по-

чвы, влагооборота и качества поверхностных и грунтовых вод, в определенной степени влияет на климат и состояние атмосферного воздуха.

Следует упомянуть, что освоение «большой целины» было дополнено освоением «малой целины». В традиционных сельскохозяйственных районах отыскивались клочки залежи, выбывшей из оборота вследствие низкой производительности земли, и, вопреки экономической целесообразности, вновь включались в севообороты. Ликвидировались сохранившиеся мелкие массивы лесов и кустарников, низинные земли, пастбищные угодья, что, не принося пользы сельскому хозяйству, ухудшило общую экологическую ситуацию. Такие «целинные» (залежные) угодья составляли сотни тысяч гектаров, на которых держались остатки экологического каркаса целых регионов [5].

Еще в 30-х гг. XX столетия, обобщая итоги многовековой хозяйственной эксплуатации степей на фоне той примитивной агротехнической системы, которая применялась в России во второй половине и конце XIX века, А.А. Измаильский предостерегал нас о том, что если мы будем продолжать так же беззаботно смотреть на прогрессирующее иссушение и деградацию степной почвы, то в сравнительно недалеком будущем наши степи превратятся в бесплодную пустыню [6].

Результатом современного экстенсивного этапа развития земледелия стали не только негативные последствия распашки малопригодных для пашни земель, но и дисбалансное упрощение структуры сельскохозяйственного землепользования за счет сокращения пастбищ, сенокосов и элементов экологического каркаса.

Возрастающими темпами происходят процессы биологического обеднения экосистем, ускорение темпов снижения плодородия почв, развитие эрозионных процессов, загрязнение окружающей среды и т.д. Все это диктует необходимость изменения подхода к эксплуатации земельных ресурсов, повышению их продуктивности и охраны природы.

Еще в 1884 году В.В. Докучаев отмечал, что главную роль в поддержании экологической стабильности агроландшафтов степных и лесостепных районов России должна играть естественная растительность – лесная, луговая, составляющая с площадью пашни оптимальные параметры, соотносясь с местными условиями [7].

Анализ потенциального и фактического фонда земель, предназначенных для земледельческого использования в полупустынной зоне Саратовского Заволжья, охватывающей Александрово-Гайский район и три хозяйства Новоузенского района («Петропавловское», «Новая жизнь», «Алгайский»), показал, что общая площадь исследуемой территории составляет 3668,63 км².

На основе использования и анализа карт землепользования, почвенных карт, космических снимков 1997 и 1999 гг., статистических изданий



и архивных документов было выявлено, что в начале XX в. на исследуемой территории районов получило распространение земледелие в основном падинного типа [8].

Геосистемы с лугово-каштановыми почвами, согласно проведенным расчетам, в хозяйствах Александрово-Гайского района занимают в среднем 8%, варьируя от 2,6–4,5% на севере до 13–22% на юге. Следовательно, доля пахотных угодий в падинах не должна была превышать этой цифры, тем более что часть падин использовалась в качестве сенокосов. В сельскохозяйственных предприятиях Новоузенского района падинные комплексы составляют в среднем менее 3% территории и не могут выступать в качестве основы пахотного фонда.

В 1934 г. в хозяйствах рассматриваемой территории пахотные угодья занимали от 9,7 до 36,4% площади. Примерно 54% приходилось на пастбища. В конце 50 – начале 60-х гг. происходило увеличение площади пашни за счет распашки целинных земель. Доля пахотных угодий во многих хозяйствах в среднем достигла 37%. В хозяйствах, расположенных на северо-востоке территории, пашня занимала в среднем до 60%.

Пастбища в полупустынном Саратовском Заволжье в 60-е гг. занимали 25% на севере, 48% в центре, 66% на юге исследуемой территории. Доля сенокосов в структуре сельскохозяйственных угодий варьировала от 6–8 до 11–15%.

Обработка космических снимков 1997 и 1999 гг., а также анализ почвенной и ландшафтной карт показали, что доля пахотных угодий возросла в среднем на 13% и достигла 85% общей площади. Сельскохозяйственные предприятия, расположенные в северной половине исследуемых районов, характеризуются распаханностью территории от 49 до 59%, в южной половине – от 38 до 44%.

Все хозяйства отказались от мелкоконтурной нарезки пахотных угодий, поэтому падинные геосистемы используются в качестве сенокосов и пастбищ, а также входят в пределы крупных пахотных массивов.

В структуре сельскохозяйственного землепользования хозяйств на пастбища приходится от 12 до 36% в северной половине полупустынного Приузенья и 39–52% – на юге исследуемой территории. Доля сенокосных угодий во многих хозяйствах составляет 11–15%. В отдельных хозяйствах доля естественных сенокосов варьирует в пределах 5–7%.

Таким образом, в XX в. наблюдалась отчетливая тенденция в сторону увеличения доли пахотных угодий, прежде всего, за счет сокращения площадей других категорий сельскохозяйственного землепользования (пастбищ и сенокосов). Это привело к тому, что уже в 60-е гг. в большинстве хозяйств полупустынного Саратовского Заволжья пашня занимала 40% и более.

В последнюю треть XX в. площадь пахотных угодий увеличилась в среднем на 11%, при этом

по хозяйствам данная величина могла меняться от 1–3% до 18–25%. В целом на земли сельскохозяйственного назначения в хозяйствах приходилось 93,6–98,5%, а на элементы экологического каркаса (водоемы, геосистемы с древесно-кустарниковой растительностью) – 0,5–2,4%, на прочие земли – 1–4%. Подобная структура землепользования позволяет сделать вывод о том, что в хозяйствах полупустынного Саратовского Заволжья доминируют агрогеосистемы с дисбалансной агроландшафтной структурой, а это неизбежно ведет к проблемам природопользования.

Анализ структуры землепользования показал, что пахотные угодья занимают 48% территории полупустынного Саратовского Приузенья.

Значительная часть (75%) пашни относится к группам земель, непригодных и малопригодных для земледельческого освоения (с долей солонцов от 10 до 50%).

Урожайность зерновых культур составляет 4–6 ц/га, а в некоторые годы (1984, 1986, 1987, 1988, 1992, 1995, 1998, 1999) падает до 1–2 ц/га, что вынуждает хозяйства списывать посевы зерновых. Орошаемые земли, дающие более высокие и стабильные урожаи, нередко затем страдают от вторичного засоления, выводятся из полевого севооборота и зарастают сорной растительностью.

Из перечисленных выше проблем обособливается необходимость переориентации хозяйственной деятельности в районах области с пути экстенсивного использования природных ресурсов на путь создания устойчивой системы природопользования, обеспечивающего потребности человека и одновременно поддерживающего естественные средо- и ресурсоформирующие функции природы.

Один из таких средостабилизирующих подходов на пути создания устойчивой системы природопользования является концепция эколого-хозяйственного баланса территории [9].

Эколого-хозяйственный баланс (ЭХБ) территории определяется как сбалансированное соотношение различных видов деятельности и интересов разных групп населения на территории с учетом потенциальных и реальных возможностей природы, что обеспечит устойчивое развитие природы и общества, воспроизводства природных (возобновимых) ресурсов и не вызывает экологических изменений и последствий.

Основу эколого-хозяйственного баланса территории составляет сбалансированное сосуществование человека с окружающей его природной средой. ЭХБ характеризуется рядом таких показателей, как распределение земель по их видам и категориям, площадь природоохранных территорий, площадь земель по видам и степени антропогенной нагрузки, напряженность эколого-хозяйственного состояния (ЭХС) территории, интегральная антропогенная нагрузка, естественная защищенность территории и ее экологический фонд.



В основу положена классификация угодий по типам интенсивности антропогенного воздействия на территорию, где земельные угодья ранжируются следующим образом: 1) застроенные, 2) возделываемые, 3) используемые в естественном виде, 4) неиспользуемые земли. К застроенным относятся земли промышленности, поселений, транспорта; к возделываемым – пашня, к используемым в естественном виде – пастбища, сенокосы, водные объекты, к неиспользуемым – болота, лесные земли и др. [10].

Для определения уровня антропогенной преобразованности предлагается коэффициент относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории (K_0). Этот показатель охватывает всю изучаемую площадь и дает наиболее полные представления о сложившейся ситуации (района) региона. K_0 представляет собой отношение площади земель с высокой антропогенной преобразованностью к площади с низкой антропогенной преобразованностью. Чем выше значение коэффициента K_0 , тем напряженнее ситуация. При K_0 , близком к 1,0, достигается соотношение угодий, при котором эколого-хозяйственная система является сбалансированной и устойчивой.

Таким образом, главное содержание эколого-хозяйственного баланса – совершенствование структуры землепользования и создание новых структур землепользования на основе соответствия структурных элементов ландшафта и видов использования земель, а также ориентация на постоянное расширение природных систем жизнеобеспечения человека. Особую значимость имеет повышение устойчивости геосистем за счет более эффективной их управляемости.

УДК: 910.3

ДОСТУПНОСТЬ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ В РЕГИОНАХ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

И.А. Ильченко

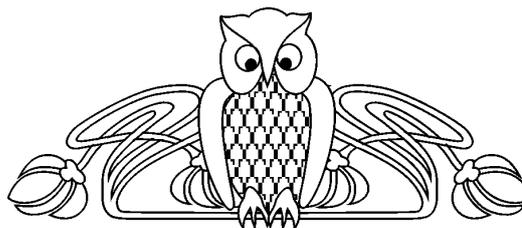
Саратовский государственный университет,
кафедра экономической географии
E-mail: IRA-ILCHENKO@YANDEX.RU

В данной статье автором определено место Саратовской области среди регионов Приволжского округа по доступности продуктов питания, исходя из материальных возможностей населения; предложены показатели, характеризующие уровень благосостояния населения; проведена классификация регионов ПФО по данным характеристикам; охарактеризована динамика покупательных возможностей населения.

Ключевые слова: потребление продовольствия, денежные доходы населения, прожиточный минимум, стоимость продовольственной корзины, структура потребительских расходов.

Библиографический список

1. Кушнарёв А.И. Повышение эффективности лесомелиоративных мероприятий на пастбищах Саратовского Заволжья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Саратов, 2006. 20 с.
2. Петриков А.В., Галас М.Л. Сельское хозяйство России в XX веке // Россия в окружающем мире – 2001: Аналитический ежегодник / Отв. ред. Н.Н. Марфенин. М., 2001. С. 52–79.
3. Васильчук Н.С., Шабает А.И., Курдюков Ю.Ф., Михайлин Н.В. Освоение и использование целинных и залежных земель в засушливых условиях Поволжья // Повышение эффективности использования агробиоклиматического потенциала юго-восточной зоны России / ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Саратов, 2005. С. 43–47.
4. Булгаков Д.С., Карманов И.И. Влияние земледелия на экосистемы // Земледелие на рубеже XXI века: Сб. докл. Междунар. науч. конф. М., 2003. С. 164–172.
5. Дёжкин В.В., Попова Л.В. Основы биологического природопользования: Учеб. пособие. М., 2005. 320 с.
6. Измайльский А.А. Как высохла наша степь. М.; Л., 1937.
7. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.; Л., 1936.
8. Николаев В.А., Пичугина Н.В. Агроэкологические уроки векового опыта земледелия в Прикаспийской глинистой полупустыне // География и региональная политика: Материалы междунар. науч. конф. Смоленск; СПб.; М., 1997. Ч. 2. С. 116–119.
9. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск, 1999. С. 3–7.
10. Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района // География и природные ресурсы. 1987. № 4. С. 49–54.



Possibility of Buing of Food-Stuffs in Regions of Privolzskiy Federal Areal

I.A. Ilchenko

Possibility of buing of food-stuffs in Regions of Privolzskiy Federal Areal. The position of Saratov region among the other areas of Privolshsky region concerning the food consumption is shown in the article. This position is the most important index of food safety level. In the article the salary is represented as en element buing of food-stuffs and buyer ability.

Key words: buing of food-stuffs, food consumption, food safety, buyer ability.



Процессы рыночного реформирования экономики привели к негативным изменениям уровня и структуры потребления жизненных благ населением. Особенно тревожит тот факт, что это касается потребления продуктов питания. Как показывают данные статистики, даже в регионах-лидерах экономического развития Российской Федерации душевые уровни потребления продовольствия достигают физиологических норм далеко не по всем основным продуктам. В остальных регионах разрыв между нормами и фактическим потреблением еще больше.

Регионы Приволжского федерального округа (ПФО) располагают благоприятными агроклиматическими условиями для производства продовольствия. Часть из них входит в число крупнейших производителей сельскохозяйственной продукции в стране: республики Татарстан и Башкортостан, а также Саратовская область. Однако на уровень потребления продовольствия оказывает влияние не только физическая (наличие продуктов питания на потребительском рынке), но и экономическая доступность продовольствия (материальные возможности населения по приобретению продовольствия).

Цель работы заключается в определении места Саратовской области среди регионов Приволжского округа по доступности продуктов питания исходя из материальных возможностей населения. Задачами исследования являются выявление показателей, которые характеризуют возможности населения по приобретению продовольствия; проведение классификации регионов ПФО исходя из возможностей покупки продуктов питания; характеристика динамики покупательных возможностей населения Саратовской

области. Теоретической основой данной работы являются исследования экономистов Самарской государственной экономической академии в области потребления продовольствия на региональном уровне [1, 2].

Непосредственной основой материального обеспечения уровня жизни являются доходы населения. Критериями доступности продовольственных товаров выступают среднедушевой денежный доход, соотношение денежных доходов и прожиточного минимума, денежных доходов и стоимости продовольственной корзины, структура потребительских расходов и удельный вес расходов на питание.

Доходы населения являются одним из наиболее обобщающих показателей роста благосостояния людей. Регионы Приволжского округа в зависимости от величины денежных доходов населения можно разделить на четыре группы. В первую группу, в которой денежные доходы населения превышают средние доходы по округу, входят республики Башкортостан и Татарстан, Пермский край и Самарская область (табл. 1) [3]. Ко второй группе, где денежные доходы равны средним по округу, относится Нижегородская область. Третья группа включает регионы с доходами ниже средних: Удмуртия и Кировская, Оренбургская, Пензенская, Саратовская и Ульяновская области. Четвертая группа – это регионы, где денежные доходы значительно ниже средних по округу: республики Мордовия, Чувашская и Марий Эл. Таким образом, в большей части регионов Приволжского федерального округа, в том числе и в Саратовской области, денежные доходы ниже средних по округу (см. табл. 1).

Таблица 1

Денежные доходы населения в регионах Приволжского федерального округа (2006 г.)

Регионы	Место региона в ПФО	Денежные доходы		
		На душу населения, руб.	Соотношение с ПФО, раз	Соотношение с РФ, раз
Российская Федерация	–	10183	–	–
Приволжский федеральный округ	–	7989	–	0,78
Республика Башкортостан	4	8909	1,12	0,87
Республика Марий Эл	13	4909	0,62	0,48
Республика Мордовия	14	4879	0,61	0,48
Республика Татарстан	3	9369	1,17	0,92
Республика Удмуртская	6	6228	0,78	0,61
Республика Чувашская	12	5384	0,67	0,53
Кировская область	10	5773	0,72	0,57
Нижегородская область	5	8016	0,99	0,79
Оренбургская область	7	6175	0,77	0,61
Пензенская область	11	5659	0,71	0,56
Пермский край	2	10982	1,37	1,08
Самарская область	1	11529	1,44	1,13
Саратовская область	9	6135	0,76	0,60
Ульяновская область	8	6157	0,77	0,61

Примечание. Рассчитано автором по: www.gks.ru



Если сопоставить денежные доходы регионов округа со среднероссийскими, то еще в меньшем количестве регионов этот показатель будет выше среднего: Самарской области и Пермском крае. В оставшихся двенадцати регионах среднедушевые денежные доходы в 2006 году были существенно ниже среднероссийских. Саратовская область принадлежит к числу регионов с существенной (на треть) разницей между собственными и среднероссийскими доходами.

Уровень потребления продуктов питания напрямую зависит от соотношения величин среднедушевых денежных доходов и прожиточного ми-

нимума. Это соотношение отражает возможность населения приобрести определенный объем товаров и является одним из важнейших показателей уровня жизни. Соотношение денежных доходов населения с величиной прожиточного минимума выше, чем в среднем по Приволжскому федеральному округу, в четырех регионах – в Самарской и Пермской областях, в республиках Башкортостан и Татарстан, в остальных регионах – в республиках Мордовия, Марий Эл, Удмуртской и Чувашской, Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Ульяновской и Саратовской областях – это соотношение ниже среднего по округу (табл. 2) [3].

Таблица 2

Соотношение денежных доходов с величиной прожиточного минимума и стоимостью минимального набора продуктов питания в регионах Приволжского федерального округа (2006 г.)

Регионы ПФО	Величина прожиточного минимума (в среднем на душу населения), руб. в месяц	Соотношение денежных доходов с величиной прожиточного минимума, %	Стоимость минимального набора продуктов питания, руб.	Соотношение денежных доходов и стоимости минимального набора продуктов питания, %
Российская Федерация	3437	296	1474	690
Приволжский федеральный округ	3009	265	1310	609
Республика Башкортостан	2973	299	1306	682
Республика Марий Эл	2789	176	1255	391
Республика Мордовия	2816	173	1255	388
Республика Татарстан	2695	347	1197	782
Республика Удмуртская	2947	211	1254	496
Республика Чувашская	2712	198	1190	452
Пермский край	3571	307	1347	815
Кировская область	3066	188	1376	419
Нижегородская область	3255	246	1361	588
Оренбургская область	2734	225	1275	484
Пензенская область	2999	188	1310	431
Самарская область	3727	309	1482	777
Саратовская область	2919	210	1311	467
Ульяновская область	2936	209	1256	490

Примечание. Рассчитано автором по: www.gks.ru

Денежные доходы не могут обеспечить высокий уровень потребления, если цены на продукты в регионе высокие. Поэтому целесообразно рассмотреть соотношение денежных доходов и стоимости минимального набора продуктов питания, включающего 25 основных продуктов. Чем больше превышение денежных доходов над стоимостью продовольствия, тем больший объем продуктов может позволить себе население. В Пермском крае, Татарстане и Самарской области превышение денежных доходов над стоимостью минимального набора продуктов питания максимально. Саратовская область по соотношению денежных доходов

и стоимости минимального набора продуктов питания занимает в рейтинге 8-е место. Соотношение денежных доходов и стоимости набора продуктов питания в Саратовской области ниже, чем в среднем в Приволжском округе, так же как и в Оренбургской, Пензенской, Ульяновской, Нижегородской, Кировской областях, в республиках Мордовия, Марий Эл, Чувашская и Удмуртская.

Учитывая то, что потребительские цены растут быстрее, чем доходы населения, целесообразно рассмотреть изменение покупательной способности населения в отношении продовольствия (табл. 3) [4].



Таблица 3

Покупательная способность денежных доходов населения Саратовской области по товарным группам продовольствия

Возможность покупки продуктов питания (в месяц)	1996	1999	2000	2004	2006
Хлебопродукты, кг	1710	198	293	280	350
Молоко, кг	1221	226	303	293	412
Яйца, шт	2265	1201	2350	1520	3097
Говядина, кг	137	43	71	53	52
Рыба, кг	610	90	120	113	116
Картофель, кг	427	399	680	648	519
Овощи, кг	380	360	657	591	622

Примечание. Сост. по: Саратовская область в цифрах. 2006: Стат. сб. / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. Саратов, 2007.

Наиболее резкое снижение покупательной способности произошло в период 1996–1999 гг., что вызвано ростом цен на фоне уменьшения денежных доходов населения. В период 1999–2006 гг. наблюдается увеличение покупательной способности, так как с 1999 г. не происходило опережающего повышения цен и доходы росли с небольшим интервалом на уровне цен.

Ещё один показатель уровня жизни населения – доля населения с доходами ниже прожиточного минимума. В период 2000–2006 гг. в Саратовской области доля населения с доходами ниже прожиточного минимума снизилась с 44,2 до 22,0% (в России она составляет сейчас 15%). Среди субъектов Приволжского федерального округа область находится на среднем уровне. Намного меньшую долю населения с доходами ниже прожиточного минимума имеют республики Татарстан, Башкортостан, Пермский край, Нижегородская и Самарская области.

Ситуацию усугубляет дальнейшее расслоение населения по уровню денежного дохода и, соответственно уровню потребления. Дифференциация доходов является одним из объективных и закономерных явлений рыночной экономики. В 2006 г. среднедушевые денежные доходы наиболее обеспеченной группы населения превысили доходы наименее обеспеченной в 17,5 раза, тогда как в 1996 г. – в 11,9 раза [3]. Наблюдалась довольно высокая степень различия в денежных доходах населения с тенденцией к ее усилению.

Показателем благосостояния людей в большинстве стран мира считают долю расходов на питание в бюджете семей. Высокая доля расходов на питание характерна для бедных слоев населения. Доля продовольственных товаров в структуре расходов была достаточно высока в 2000 г. – 49,6% у городского и 44,1% у сельского населения, но к 2006 г. она снизилась до 45,1% и до 36,9% соответственно. Заметно повысилась доля расходов на непродовольственные товары у городского населения, при этом у сельского она осталась на прежнем уровне, и двукратно повысилась доля

расходов на культурно-бытовые услуги в обеих группах. Однако в целом можно говорить о низких денежных доходах населения, так как основная их часть идет на покупку продовольствия. В то же время существует небольшая положительная тенденция к снижению доли расходов на продовольствие, благодаря которой структура расходов будет меняться в сторону товаров и услуг так называемой «высшей категории».

Итак, Саратовская область характеризуется низким уровнем денежных доходов как среди субъектов Приволжского федерального округа, так и среди российских регионов; то же касается и соотношения доходов и величины прожиточного минимума. Саратовская область по соотношению денежных доходов и стоимости минимального набора продуктов питания находится на средних позициях в округе. За исследуемый период покупательная способность в отношении таких важных белоксодержащих продуктов, как мясные и молочные, снизилась в 3 раза, хлеба и хлебопродуктов – в 6 раз и только на картофель и овощи возросла. В целом уровень денежных доходов населения Саратовской области, по сравнению с другими регионами ПФО, оценивается ниже среднего, а динамика покупательной способности является отрицательной.

Библиографический список

1. Баканач О.Б., Зарова Е.В. Нестабильность сельскохозяйственного производства как фактор угрозы продовольственной безопасности в регионе // Вопр. статистики. 2002. № 2. С. 24–26.
2. Баканач О.Б., Зарова Е.А. Продовольственная безопасность Самарской области: методология исследования и прогнозирования. Самара, 2002.
3. Регионы России. Т. 14. Сельское и лесное хозяйство: Стат. сб. М., 2007. 430 с.
4. Колесняк А.А. О региональной продовольственной безопасности // Междунар. сельскохоз. журн., М., 2005. № 1. С. 62.

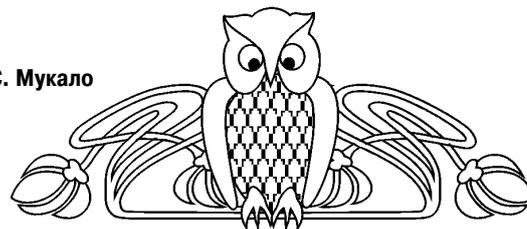


УДК 502.172 (212.6) (470.44)

УНИКАЛЬНЫЕ СТЕПНЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДАЛЬНОГО САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

В.З. Макаров, Ю.В. Волков, Ю.И. Буланый¹, М.Ю. Проказов, А.С. Мукало

Саратовский государственный университет,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии,
¹кафедра ботаники и экологии
E-mail: gis@sgu.ru



По данным полевых исследований Левобережья Саратовской области в статье коротко представлены описания двух степных участков, являющихся уникальными для сильно преобразованного сельскохозяйственной деятельностью степного Саратовского Заволжья. Сделаны выводы о необходимости проведения специальных исследований в районе Дальнего Саратовского Заволжья как наиболее перспективного для поиска степных ООПТ.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, степные природные комплексы, Саратовское Заволжье.

Unique Steppe Natural Complexes of the Left Bank Volga River in Saratov Region

V.Z. Makarov, Yu.V. Volkov, Yu.I. Bulanyj, M.Yu. Prokazov, A.S. Mukalo

According to field researches of the Left bank Volga river in Saratov region in article are shortly presented descriptions of two steppe sites which are unique for this strongly agriculturally transformed territory. The inference are made about necessity of special researches around there, because it is the most perspective for search steppe protected areas.

Key words: protected areas, steppe natural complexes, the Left bank Volga river in Saratov region.

Постановка проблемы

Саратовская область относится к староосвоенным степным регионам. Около 80% её территории расположено в зоне степей. В пределах области выделены три степные подзоны: северная, типичная и сухая степь [1]. В настоящее время зональные степные ландшафты распаханы, сохранились лишь небольшие островки некогда обширных степных пространств. В основном это старозалежный земельный фонд, значительно расширившийся в 90-х гг. XX века. Встречаются и участки целинных степей, приуроченных к овражно-балочной сети и долинам рек, как правило, подвергающиеся интенсивному выпасу. Главным негативным фактором, способствующим исчезновению степных ландшафтов, является сельскохозяйственная деятельность. По данным управления «Роснедвижимость» по Саратовской области, площадь сельхозугодий на территории региона составляет около 84%, из них пахотных земель 57%, а с учетом распаханых кормовых угодий она достигает 75% [2]. Таким образом, около 63% территории Саратовской области

заято пахотными угодьями. По территории региона пахотные угодья размещены неравномерно. Наиболее широкомасштабному сельскохозяйственному освоению подверглись левобережные районы Саратовской области. Во время кампании по освоению целины Левобережье оказалось практически сплошь распаханым. По оценкам некоторых специалистов, сохранившиеся степные природные комплексы составляют 12–15% от всей площади Саратовского Заволжья [3]. Однако полевые исследования, проведенные на данной территории в 2007–2008 гг., показали, что эта оценка излишне оптимистична, особенно с точки зрения сохранившихся зональных типов степных ландшафтов Саратовского Заволжья.

Между тем глубина преобразования степных ландшафтов в процессе их сельскохозяйственного использования оставляет возможность после определенного снижения или исключения антропогенной нагрузки их постепенного восстановления. Это происходит, прежде всего, за счет естественного семенного фонда травянистой растительности, имеющегося на целинных, старозалежных участках пашни, удаленных от населенных пунктов, малоиспользуемых выгонах, сенокосах. В настоящее время небольшие фрагменты целинных степей и увеличивающийся в последние 20–25 лет фонд разновозрастных залежных степей – основа для сохранения природного разнообразия степных природных комплексов Саратовского Заволжья. Ключевым и пока единственно действенным природоохранным механизмом, гарантирующим сохранение степных участков, является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различных категорий и рангов. Функционирование ООПТ определяется правовыми нормами федерального, регионального и местного законодательства, что позволяет создавать разноуровневые сети ООПТ федерального, регионального и муниципального значения. Существующие виды и формы охраняемых природных территорий позволяют решать целый ряд природоохранных задач, обеспечивают комплексный подход к сохранению ландшафтного, биологического разнообразия. Однако они, несомненно, требуют корректировки, опирающейся на конкретные региональные особенности, включая природные и социально-экономические аспекты.



Вместе с тем развитие сети ООПТ Саратовской области происходит неоправданно медленно, что не позволяет закрепить особый режим охраны и использования на территориях, освободившихся от интенсивной сельскохозяйственной деятельности и имеющих высокий природоохранный потенциал.

В настоящее время в Саратовской области постановлением областного правительства образовано 79 особо охраняемых природных территорий регионального значения [4]. Сеть ООПТ области состоит главным образом из памятников природы, большая часть которых приурочена к лесостепным ландшафтам Приволжской возвышенности.

К памятникам природы относятся уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения [5]. Однако для объектов, значительных по площади или представляющих собой ценный природный комплекс, присвоения природоохранного статуса «памятник природы» явно недостаточно. Например, сложившаяся практика возложения охранных обязательств на природопользователя делает режим охраны номинальным и неэффективным. В этом отношении подобный режим охраны целинных и старозалежных степных природных комплексов неприемлем. Следует отметить, что доля степных памятников природы в структуре региональных ООПТ Саратовской области пока остается незначительной. Между тем увеличение площади степных ООПТ в Саратовской области возможно, несмотря на вновь начавшуюся активизацию сельскохозяйственной деятельности и чрезмерный уровень распаханности региона.

В этой связи проблема расширения площади природно-заповедного фонда Саратовского Заволжья является актуальной задачей, требующей скорейшего решения.

Исходные материалы и методы

В ходе работ по инвентаризации существующих левобережных ООПТ Саратовской области и поиска новых объектов и территорий сотрудниками СГУ в 2007–2008 гг. были обследованы различные районы Саратовского Заволжья. Общая протяженность пеших и автомобильных маршрутов составила более 5,5 тыс. км. На этапе предполевых и камеральных исследований были использованы космофотокарты, подготовленные по материалам космической съемки спутника «Ресурс-01» 1998 г., разномасштабные топографические и тематические карты, геоинформационные технологии. В основу натурных наблюдений были положены методы полустационарных ландшафтно-экологических исследований [6].

Инвентаризационные исследования охватывали не только природные аспекты существующих

и перспективных объектов сети ООПТ Саратовского Левобережья, но и их административно-хозяйственную принадлежность. В частности, была собрана кадастровая информация о земельных участках, включающая сведения о землевладельцах, землепользователях, схемы расположения участков в пределах кадастровых кварталов и пр. Собранные материалы послужили основой для постановления регионального правительства, утвердившего последний перечень региональных ООПТ.

Анализ инвентаризационных материалов позволил выявить некоторые характерные черты в структуре современного землепользования Саратовского Заволжья. В частности, для решения природоохранных задач, несмотря на сокращение пашни и поголовья скота, по-прежнему затруднительно найти сохранившиеся участки степей с высоким уровнем разнообразия и близким к зональному типу. Отсутствие крупных степных участков, высокая фрагментация и незначительная площадь сохранившихся целинных участков, наличие больших «пробелов» (территорий, сплошь покрытых пахотными угодьями) ярко демонстрируют комплекс природоохранных проблем степного Заволжья [7].

Данные полевых исследований Саратовского Заволжья показывают, что одним из наиболее интересных и перспективных для организации степных ООПТ является крайний восток Саратовской области, район так называемого Дальнего Саратовского Заволжья. Это Перелюбский, Озинский, Дергачевский административные районы Саратовской области (рис. 1).

Район Дальнего Саратовского Заволжья

В природном отношении данный район приурочен большей частью к средней части низкой Сыртовой равнины, меньшей — к западным отрогам возвышенности Общий Сырт. Дальнее Саратовское Заволжье расположено в подзоне сухих и типичных степей [1]. Преимущество данного района по сравнению с другими частями степного Саратовского Заволжья обусловлено спецификой природных условий, удаленностью от областного центра и других крупных промышленных узлов, отсутствием значительной сети транспортных магистралей, а также пограничным положением с Республикой Казахстан. Все эти факторы способствуют сохранности отдельных степных участков в данных районах, интересных в ландшафтно-ботаническом отношении. Примером могут служить два уникальных степных участка, расположенных в Озинском и Перелюбском районах. Коротко представим их природные особенности.

Участок степи в Озинском районе, продолжительное время числившийся «перспективным», в настоящее время признан памятником природы [8]. Участок находится между с. Меловое (в 3 км юго-восточнее села) и государственной границей Российской Федерации с Республикой Казахстан.

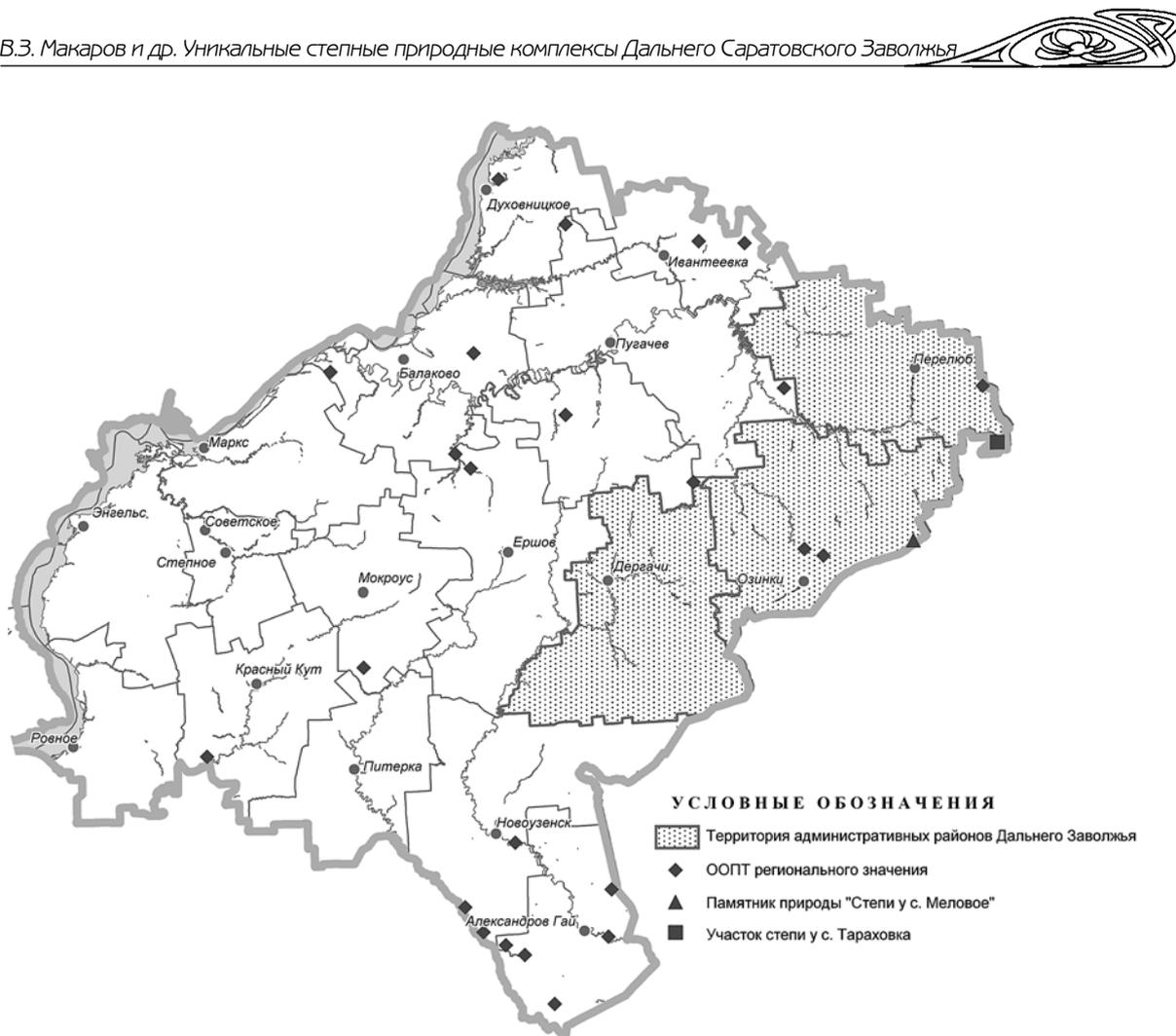


Рис. 1. Карта района Дальнего Саратовского Заволжья

Памятник природы располагается на западных отрогах возвышенности Общий Сырт (рис. 2). В настоящий момент его площадь составляет 378 га.

Рельеф памятника природы представляет собой плоскую слабоуклонную водораздельную поверхность с отметками высот 150–160 м, несколько возвышенную над окружающим пространством залежных земель и верховьев долины р. Меловой. Пологие слабо выпуклые склоны различной крутизны и экспозиции рассечены разветвленной овражно-балочной сетью. Особенности подстилающих пород (меловые отложения) и положение на границе государств предопределили сохранность участка целинной кальцефильной степи и высокий уровень биоразнообразия.

На меловых обнажениях создаются своеобразные экологические условия для существования растений, что проявляется в уникальном видовом составе, разнообразии жизненных форм, ценологических сообществах, т.е. формируется так называемая меловая флора (рис. 3). Её основу составляют облигатные и факультативные кальцефилы. К первым относятся *Matthiola fragrans*, *Pimpinella tragioides*, *Anthemis trotzkiana*, *Psephellus marschallianus* и др. (латинские названия растений даны по А.Г. Еленевскому и др. [9]). Факультативные кальцефилы – *Scabiosa isetensis*, *Ephedra distachya*, *Kochia prostrata*, *Echinops ritro* и др. Отдельные виды имеют ограниченное распространение. Только здесь на выходах меловых пород обитают *Anabasis cretacea*, *Linaria cretacea* и *Seseli glabratum*, не встречающиеся на Правобережье. Во флоре памятника природы меловых обнажений встречаются виды с ограниченным ареалом: *Matthiola fragrans*, *Artemisia salsoloides*, *Pimpinella tragioides*, *Psephellus marschallianus* и др.

На рыхлых мелах, где начинается накопление гумуса, произрастает *Thymus cimicinus*, образуя тимьянники (часто со злаками), которые являются важнейшей стадией закрепления меловых обнажений. На меловых намывах у основания склонов встречаются группировки с господством *Atraphaxis frutescens*, *Artemisia lerchiana*, *Spiraea crenata*, *Kochia prostrata*.

В нижней половине склонов формируются дерново-карбонатные почвы. Здесь в сообществах кальцефилов проникают виды соседних сообществ, чаще всего злаки: *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. sareptana*, *Festuca valesiaca*, *Bromopsis riparia*, *Elytrigia intermedia* и др. Ковыльные и типчаковые сообщества – это относительно устойчивые и длительно существующие сообщества.

В нижней половине склонов формируются дерново-карбонатные почвы. Здесь в сообществах кальцефилов проникают виды соседних сообществ, чаще всего злаки: *Stipa capillata*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. sareptana*, *Festuca valesiaca*, *Bromopsis riparia*, *Elytrigia intermedia* и др. Ковыльные и типчаковые сообщества – это относительно устойчивые и длительно существующие сообщества.



Рис. 2. Общий вид памятника природы «Степи у с. Меловое». Фотография М.Ю. Проказова, 2007 г.



Рис. 3. Сильно эродированный уступ сырта, юго-западная окраина памятника природы. Фотография Ю.В. Волкова, 2007 г.

вующие стадии развития растительности на карбонатных почвах.

Отметим занесённые в Красную книгу Саратовской области растения, обитающие в пределах памятника природы: *Anabasis cretacea*, *Gypsophila altissima*, *Matthiola fragrans*, *Dianthus rigidus*, *Atraphaxis replicata*, *Convolvulus lineatus*, *Thymus cimicinus*, *Linaria cretacea*, *Centaurea ruthenica*, *C. taliewii*, *Artemisia salsoloides*, *Anthemis trotzkyana*, *Stemmacantha serratuloides* [10].

Благоприятные экологические условия определяют богатство орнитофауны. На территории памятника природы и в его окрестностях весьма многочисленны полевой, белокрылый и степной жаворонки, с высокой плотностью гнездятся стрепет, перепел и обыкновенная пустельга, известны примеры размножения могильника, кобчика, степного и лугового луней, степного орла, курганника и филина [4].

В качестве второго уникального участка рассмотрим степной участок у с. Тараховка. Он

расположен южнее с. Тараховка (Перелюбский район) в бассейне небольшой речки Таловая (рис. 4). Площадь данной территории приблизительно составляет около 3000 га.

Она состоит из целого ряда целинных и старозалежных степных фрагментов, чередующихся с пахотными угодьями. Большая часть угодий приурочена к пологим склонам балок и сыртовых увалов, меньшая к долинному комплексу р. Таловая и верхним частям (в некоторых случаях краевым частям водоразделов) сыртовых увалов. Рельеф территории, типичный для большей части Саратовского Заволжья, представлен неглубокими балками с пологими склонами, невысокими сыртами и отметками абсолютных высот до 140 м.

Краевые части водоразделов заняты разнотравно-типчаково-ковыльной степью, где основную фитоценоотическую роль играет *Stipa lessingiana* (рис. 5). Основу травостоя образуют *Stipa pennata*, *Festuca valesiaca*, *Poa bulbosa*, *Koeleria*



Рис. 4. Один из степных участков в районе с. Тараховка (Перелюбский район). Фотография Ю.В. Волкова, 2007 г.



Рис. 5. Пологий приводораздельный склон и неглубокая остепненная балка на втором плане. Фотография М.Ю. Проказова, 2007 г.

crisata, *Agropyron cristatum*, *Tanacetum millefolium*.

Кустарники представлены *Amygdalus nana*, *Caragana frutex*. Встречаются также *Sisymbrium polymorphum*, *Veronica spuria*, *Hypericum perforatum*, *Melandrium album*, *Erucastrum armoracioides*, *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, *Bromopsis riparia*, *Poa angustifolia*, *Poa bulbosa*, *Lamium paczoskianum*, *Falcaria vulgaris*, *Limonium bungei*, *Astragalus testiculatus*, *Astragalus henningii*, *Descurainia sophia*, *Alyssum desertorum*, *Eryngium planum*, *Trinia multicaulis*, *Euphorbia undulata*, *Gagea bulbifera*, *Verbascum phoenicium*, *Veronica jacquinii*, *Ornithogalum fischerianum*, *Allium rotundum*, *Asparagus officinalis* и др. В понижениях

встречаются *Alopecurus aequalis*, *Becmania eruciformis*, *Carex melanostachya*, *Juncus articulatus*, *Juncus compressus* и др.

Виды растений, занесённые в Красную книгу Саратовской области: *Centaurea talievii*, *Tulipa gesneriana*, *Iris pumila*, *Pulsatilla patens*, *Charitolepis intermedia*, *Atraphaxis frutescens*, *Salvia aethiopsis* [10].

Заключение

Представленное краткое описание двух степных участков Дальнего Саратовского Заволжья свидетельствует о их высоком природоохранном потенциале. Существующий памятник природы у



с. Меловое и участок степи у с. Тараховка имеют исключительное значение для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия степного Заволжья. Уникальность данных участков вызвана не только природными условиями, обуславливающими эндемичность флоры и высокий уровень биоразнообразия, но и административно-хозяйственным положением, характеризующимся большой удаленностью от областного центра, приграничным положением. В целом весь район Дальнего Саратовского Заволжья выделяется своеобразными природными условиями и особенностями хозяйственного использования, что позволяет рассматривать его как одну из опорных территорий для развития природно-заповедного фонда Саратовской области. Однако для развития степных охраняемых территорий в Заволжье необходимо провести дополнительные специальные исследования, наметить тактические и стратегические задачи и цели, выявить наиболее значимые объекты. В современной динамично меняющейся социально-экономической ситуации, существенным образом влияющей на состояние степных геосистем, дальнейшие специальные исследования восточной окраины Саратовского Заволжья с последующим резервированием степных участков для создания ООПТ – необходимый элемент сбалансированной региональной экологической политики.

Библиографический список

1. Макаров В.З. Карта. Ландшафтное районирование Саратовской области (при участии И.В. Пролеткина и

А.Н. Чумаченко) // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов, 1996. С. 7.

2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2006 году. Саратов, 2007. 283 с.

3. Малышева Г.С., Малаховский П.Д. Разнообразие степей Саратовского Заволжья и их современное состояние // Бот. журн. 2004. Т. 89, № 6. С. 973–986.

4. Особо охраняемые природные территории Саратовской области: национальный парк, природные микрозаповедники, памятники природы, дендрарий, ботанический сад, особо охраняемые геологические объекты / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратовской области. Саратов, 2007. 300 с.

5. Федеральный закон № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 года // СПС «КонсультантПлюс».

6. Фондовые материалы лаборатории урбоэкологии и регионального анализа Сарат. гос. ун-та им. Н.Г. Чернышевского, 2007, 2008 гг.

7. Волков Ю.В. Структура и элементы природно-экологического каркаса и ООПТ Саратовской области // Поволжский экологический журн. 2008. № 4. С. 264–274.

8. Постановление правительства Саратовской области №385-П «Об утверждении перечня особо охраняемых природных территорий регионального значения Саратовской области» от 1 ноября 2007 года // СПС «КонсультантПлюс».

9. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов, 2008. 250 с.

10. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Сарат. обл. Саратов, 2006. 528 с.

УДК 55:004:622.992.2-032.32:504(470.44)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ ПОЖАРООПАСНОЙ СИТУАЦИИ НА НЕФТЕСБОРНЫХ ПУНКТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.З. Макаров, А.В. Молочко, В.А. Фролов¹, А.Н. Чумаченко

Саратовский государственный университет, кафедра физической географии и ландшафтной экологии,

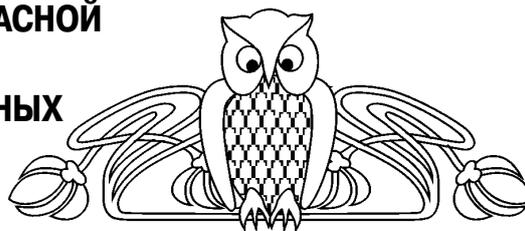
¹кафедра геоморфологии и геоэкологии

²ОАО «Саратовнефтегаз»

E-mail: gis@sgu.ru

В статье рассмотрены картографо-математические модели аварийных ситуаций на нефтесборных пунктах и прилегающей территории. На основе ГИС-моделирования созданы прогнозные модели зон аварийного разлива нефти, взрывоопасных концентраций при испарении нефтепродуктов с поверхности разлива, определены радиус зон избыточного давления, опасные для здоровья зоны теплового излучения при пожаре нефтепродукта.

Ключевые слова: геоинформационное моделирование, нефтесборные пункты, пожарная безопасность, техногенные риски.



Fire Situation Modeling within Oil-Gathering Stations Using Geoinformation Technologies

V.Z. Makarov, A.V. Molochko, V.A. Frolov, A.N. Chumachenko

This article is represented cartographical-mathematical models of oil-gathering stations' fire risk factors for population and surrounding area. Based on geomodeling are created models of oil outflow, explosive concentration in the time of oil evaporation, models of overpressure risk areas' radius, thermal radiation risk area modeling in time of oil fire.

Key words: geoinformation modeling, oil-gathering stations, fire safety, anthropogenic risks.



Постановка проблемы

Одной из причин роста числа чрезвычайных ситуаций в промышленности, многие из которых приводят к тяжелым последствиям, является преимущественное использование технологии наземного хранения токсичных пожаро- и взрывоопасных веществ. Резервуарные парки предприятий часто находятся вблизи селитебных территорий и представляют собой источники потенциальной опасности для населения [1]. Полное или частичное разрушение резервуаров или технологического оборудования приводит к разливу горючих жидкостей, а наличие источников возгорания – к возникновению так называемых «пожаров разлития». «Пожар разлития» отличается весьма сложным характером, зачастую большими масштабами и имеет склонность к распространению на близлежащие территории. Пожары на производственных объектах наносят как большой материальный ущерб, так и ущерб жизни и здоровью людей.

Невозможность отказаться от большинства потенциально опасных технологий и существенно сократить объемы использования горючих жидкостей обуславливает необходимость развития новых подходов к изучению пожароопасных объектов и выработке рекомендаций по обеспечению безопасности как самих объектов хранения таких веществ, так и территорий, прилегающих к ним. Все большее распространение получает подход, основанный на анализе подобных рисков и управлении ими с помощью геоинформационных технологий. Для этого необходимо знать в первую очередь пространственно-временное распределение поражающих факторов (термическое воздействие и воздействие открытого пламени) и факторов (природного, техногенного или социального характера), оказывающих влияние на ситуацию.

Методы и исходный материал

В данной статье предложен опыт геоинформационного моделирования аварийных ситуаций на примере изучения пункта сбора нефти и газа «Языковка» (НСП) ОАО «Саратовнефтегаз», расположенного в Аткарском районе Саратовской области на расстоянии 1 км к юго-западу от с. Языковка. Основной материал получен при изучении фондов ОАО «Саратовнефтегаз» и данных полевых работ. Картографо-математические модели строились в среде MapInfo 8.5. [2].

Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ предусматривает дислокацию подразделений пожарной охраны на территориях поселений и городских округов, определяющуюся исходя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 мин,

а в сельских поселениях – 20 мин [2]. Основу противопожарной защиты Аткарского муниципального района образуют 3 пожарных депо. Из них 2 депо расположены в административном центре – г. Аткарск и 1 депо – в с. Озерное [3].

Исходя из технического регламента и методики расчета транспортной доступности, были построены изохроны 20-минутной доступности пожарных депо (рис. 1). Каждому типу дорог в зависимости от статуса (региональная, местная, межмуниципальная) и покрытия (грунтовая проселочная, шоссе, усовершенствованное шоссе) присваивалось уникальное значение средней скорости движения по ним автомобильного транспорта. Затем проводился расчет времени в каждом узле дорожной сети, за которое автомашина может преодолеть определенное расстояние, двигаясь от населенных пунктов, заявленных как места дислокации пожарных депо. Оказалось, что хотя от ближайшего пожарного депо в с. Озерном до НСП «Языковка» всего 21 км, пожарной машине, чтобы добраться до конечного пункта, понадобится 50 мин. Это значительно превышает установленные стандарты 20-минутной транспортной доступности. В связи с этим возникновение пожара на данном НСП изначально представляет собой серьезную проблему.

На объектах добычи и подготовки нефти и газа, к которым относится объект моделирования, при возникновении инцидентов горение нефти и нефтепродуктов может происходить как непосредственно в резервуарах и технологических аппаратах, так и при их разливе на открытых площадях. Основную опасность во время пожара при любых условиях вызывает лучистая энергия, являющаяся мощным источником зажигания, способным вызывать горение других конструкций, материалов и веществ [4].

При пожаре нефтепродуктов в резервуарах могут происходить взрывы, вскипание горючего вещества с их последующим выбросом. Опыт показывает, что тонны вещества могут быть выброшены на расстояние более восьми диаметров емкости [5]. При этом площадь горения может достигать нескольких тысяч квадратных метров.

Возникновение пожара в резервуаре зависит от следующих факторов: наличия взрывоопасных концентраций внутри и снаружи резервуара, источника возгорания, свойств горючей жидкости.

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, нарушение технологических режимов эксплуатации резервуара, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву (реже срыву) крыши с последующим горением по всей поверхности горючей жидкости. При этом даже в начальной стадии горение

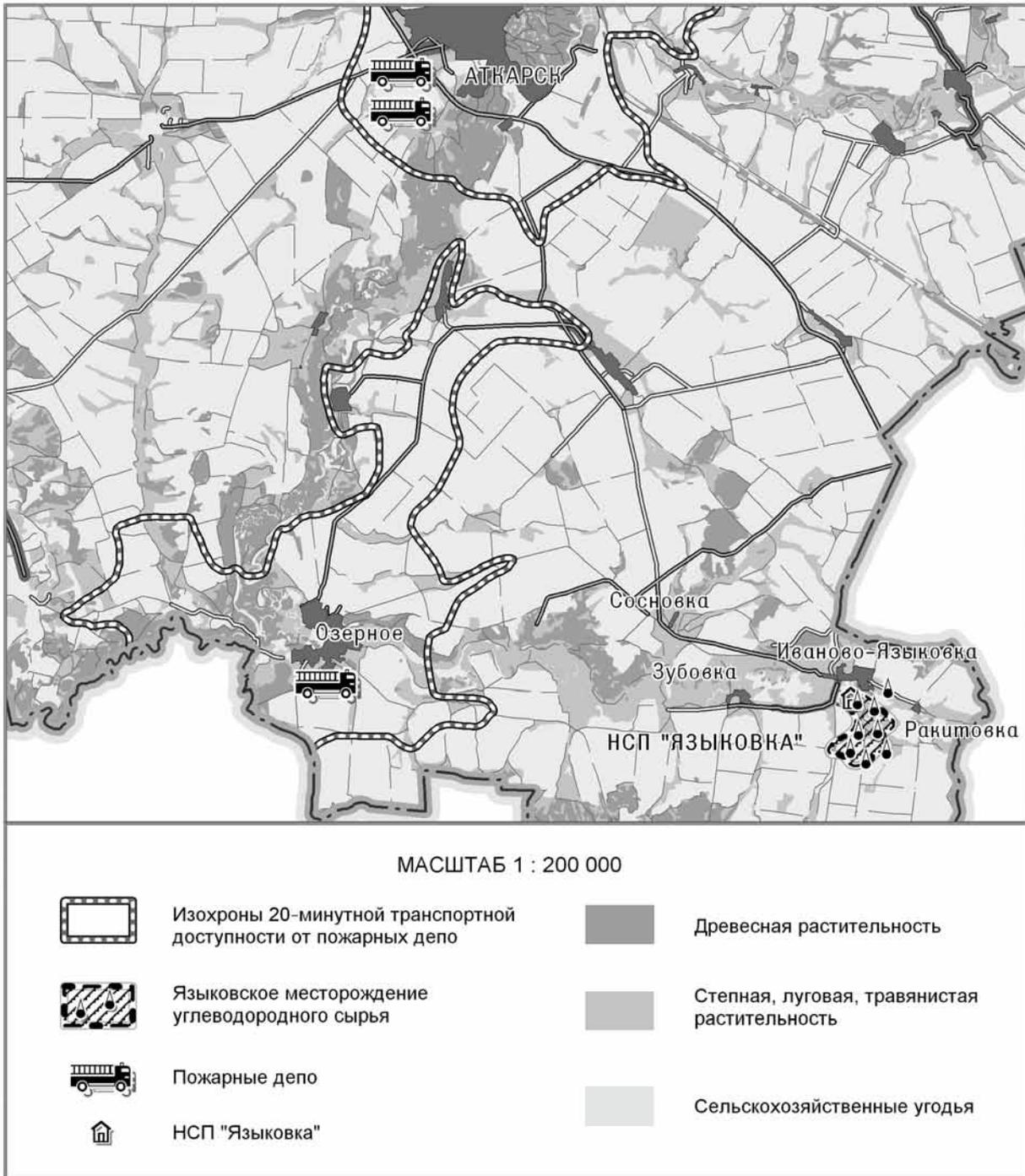


Рис. 1. Удаленность НСП «Языковка» от пожарных депо

нефти и нефтепродуктов в резервуаре может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду, а высота светящейся части пламени составлять 1–2 диаметра горящего резервуара. Отклонение факела пламени от вертикальной оси при скорости ветра около 4 м/с, составляет 60–70° [5].

Определение показателей пожарной опасности взрывопожароопасных предприятий для населения и территории основано на гипотетиче-

ском варианте реализации аварийной ситуации с переходом в пожар, развивающийся по наиболее неблагоприятному варианту на предприятии [6].

В качестве наиболее неблагоприятного варианта рассматривается случай хрупкого (полного) разрушения резервуара, связанного с образованием гидродинамической волны нефтепродукта, которая либо промывает обвалование, либо перехлестывает через него и разливается на значительной площади за территорией объекта.



Для полноты картины последствий рассматриваются варианты, связанные с полным разрушением как резервуара наибольшей вместимости, так и с резервуаром меньшей вместимости, но наиболее близко расположенным к жилым массивам.

Содержание картографо-математических моделей

1. Определение зоны аварийного разлива нефтепродукта.

Определение зоны аварийного разлива нефтепродукта предусматривает два варианта расчетов [6]:

– в пределах обвалования, вследствие нарушения технологии заполнения резервуара нефтепродуктом или локального (точечного) повреждения резервуара;

– в случае крупномасштабной аварии, связанной с полным разрушением наземного вертикального стального резервуара.

В нашем случае прогнозировались зоны аварийного разлива при крупномасштабной аварии.

При расположении резервуара в низине или на ровной поверхности зону разлива рассматривают в виде круга. Радиус этой зоны характеризует максимальное расстояние разлива от центра резервуара. При расположении резервуара на возвышенности зону разлива рассматривают в виде эллипса. Форму эллипса характеризуют большая и малая оси. Большую ось отсчитывают от центра резервуара.

Основная часть моделируемого объекта (НСП «Языковка») расположена на территории с уклонами 0–1°, реже 1–3°. Поэтому в качестве формы зоны разлива в данном случае будет принята окружность.

Площадь зоны разлива вычисляется по формуле

$$F_{зр} = f_3 \varepsilon_p V_p, \quad (1)$$

где $F_{зр}$ – площадь зоны разлива, m^2 ; f_3 – коэффициент разлива, m^{-1} ; ε_p – степень заполнения резервуара; V_p – номинальная вместимость резервуара, m^3 .

Степень заполнения резервуара допускается принимать равной 0,9.

Коэффициент разлива определяют исходя из расположения наземного резервуара на местности:

$$f_3 = \begin{cases} 5 & \text{– при расположении в низине} \\ & \text{или на ровной поверхности} \\ c & \text{– уклоном до 1\%} \\ 12 & \text{– при расположении на возвышенности} \end{cases}$$

Приведенную форму зоны разлива нефтепродукта принимают в зависимости от расположения резервуара на местности. При расположении в низине или на ровной поверхности – в виде круга с радиусом:

$$R_{зр} = \sqrt{F_{зр} / \pi}. \quad (2)$$

На территории НСП «Языковка» находятся две емкости объемами 72 m^3 и 60 m^3 . Площадь аварийного разлива для каждой из них будет составлять около 450 m^2 , радиус зон соответственно 12 м. По результатам определений была построена карта прогнозируемых зон разлива, которая представляет собой ситуационный план с нанесением расчетных зон разлива (рис. 2).

2. Определение зоны взрывоопасных концентраций при испарении нефтепродукта с поверхности разлива.

Зоны взрывоопасных концентраций определялись на основании проведенных в России исследований по изучению закономерностей распределения концентраций взрывоопасных газов и паров на открытых территориях в Главной геофизической обсерватории. Расчетная формула, заимствованная из работы В.М. Эльтермана «Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях», имеет вид [6]:

$$X_{звк} = \sqrt{\frac{AJ_n \tau}{j_{нп}}}, \quad (3)$$

где $X_{звк}$ – расстояние от источника испарения, м; A – константа, равная 0,17; J_n – интенсивность испарения, $kg \cdot c^{-1}$; t – продолжительность испарения, с; $j_{нп}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени для нефтепродуктов равный 0,04 $kg \cdot m^{-3}$.

При отсутствии номенклатуры резервуаров аварийные зоны взрывоопасных концентраций при испарении нефтепродукта с поверхности разлива определяют для наиболее неблагоприятного варианта метеоусловий, способствующего образованию максимально возможных аварийных зон взрывоопасных концентраций. Подвижность воздуха принимается равной нулю, а температура нефтепродукта – среднемесячной температуре окружающей среды для июля. В итоге аварийной зоной взрывоопасных концентраций при испарении нефтепродукта с поверхности разлива от каждой емкости будет площадь в 450 m^2 , а глубина взрывоопасной зоны от границы разлива нефтепродукта – 30 м. По результатам определения была составлена карта прогнозируемых зон взрывоопасных концентраций (см. рис. 2).

3. Определение опасных зон теплового излучения при «пожаре разлития» нефтепродукта.

Опасные зоны теплового излучения при «пожарах разлития» определяют для наиболее неблагоприятного варианта [6].

В качестве критерия опасного теплового воздействия на границе зоны приняты:

– для людей – тепловые нагрузки, превышающие 1,4 $kWt \cdot m^{-2}$;

– сгораемых элементов конструкций зданий (двери, рамы и т.п.), а также резервуаров с нефтепродуктами, не оборудованных установками охлаждения, – 7,5 $kWt \cdot m^{-2}$;

– резервуаров с нефтепродуктами, оборудованных установками охлаждения, – 13 $kWt \cdot m^{-2}$.

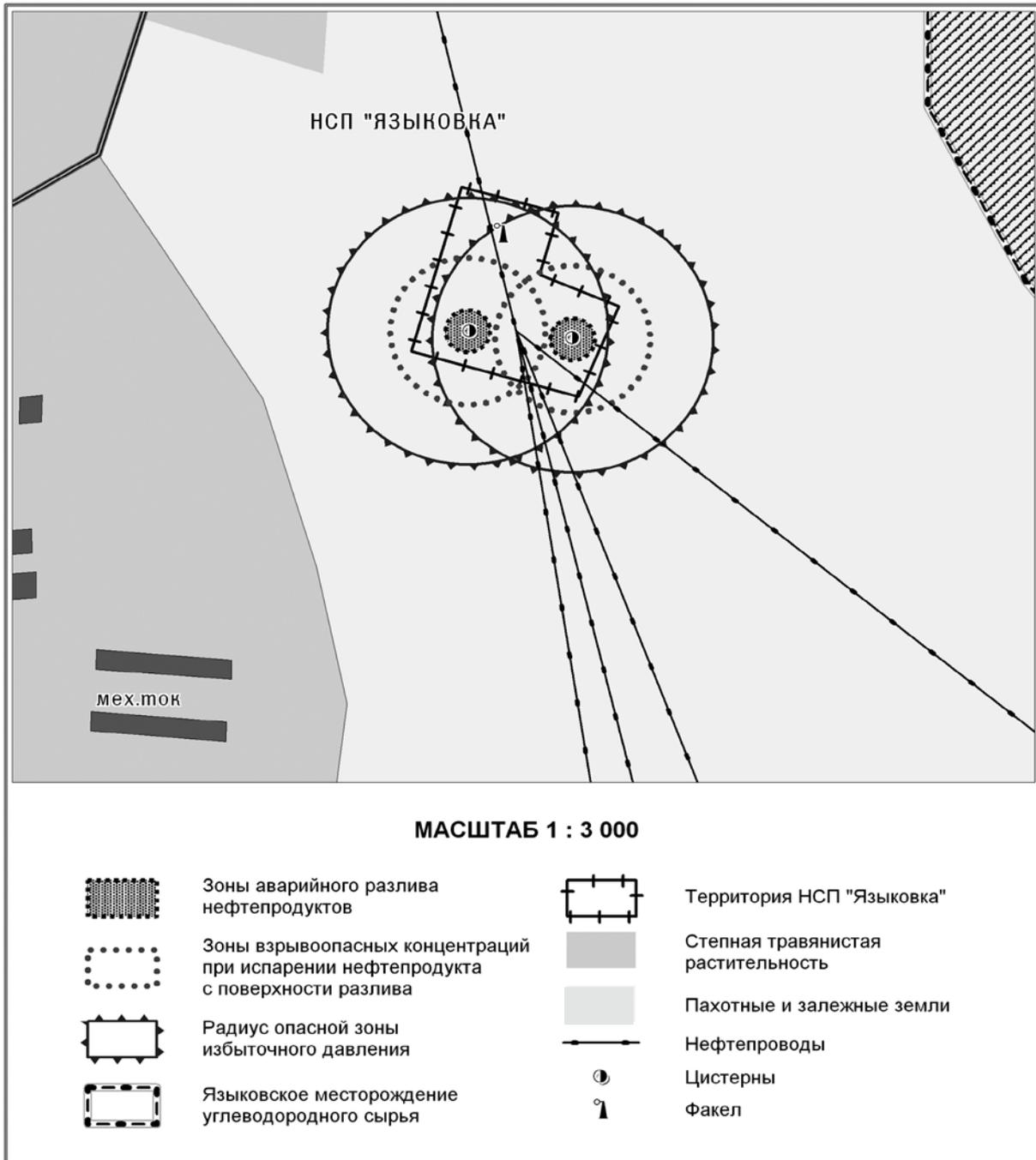


Рис. 2. Зоны аварийного разлива, зоны взрывоопасных концентраций при испарении нефтепродукта с поверхности разлива, радиус опасных зон избыточного давления и обустройство НСП «Языковка»

При расчете опасных тепловых зон плотность теплового излучения «пожара разлива» принята равной $50 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$.

При отсутствии характерных размеров зон разлива нефтепродукта опасность теплового излучения пожара определяют для крупномасштабной аварии по следующим формулам методом последовательных приближений:

1) плотность потока теплового излучения (q_n) на границе зоны при горении нефтепродукта на площади разлива, $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$:

$$q_n = q_\phi - F_{\text{обл}} \quad (4)$$

где q_ϕ – максимальная среднеповерхностная плотность излучения, $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$; $F_{\text{обл}}$ – коэффициент облученности;

2) максимальная среднеповерхностная плотность излучения факела пламени пожара в штить, $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$:

$$q_\phi = (335 + 7112/d_p) m_{\text{выг}}, \quad (5)$$

где d_p – характерный диаметр зоны разлива, м;



$m_{\text{выг}}$ – массовая скорость выгорания нефтепродукта, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$.

В данном случае опасные зоны теплового излучения при «пожарах разлива» нефтепродуктов для людей, сгораемых элементов конструкций зданий, резервуаров с нефтепродуктами, оборудованных установками охлаждения для каждой емкости, будут равны соответственно 60, 27 и 15 $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$.

По результатам определения была составлена карта, представляющая собой ситуационный план с нанесенными опасными зонами тепловых излу-

чений. При «пожаре разлива» нефтепродукта на площади круга тепловые зоны будут представлять собой окружности, а при горении нефтепродукта на площади эллипса тепловые зоны будут повторять его форму (рис. 3).

Однако не стоит забывать, что данные модели реализованы для крайнего случая, с полным разрушением емкостей с нефтепродуктами. На НСП «Языковка», в рамках обеспечения пожарной безопасности, а также предупреждения возникновения пожаров и локализации их на ранней

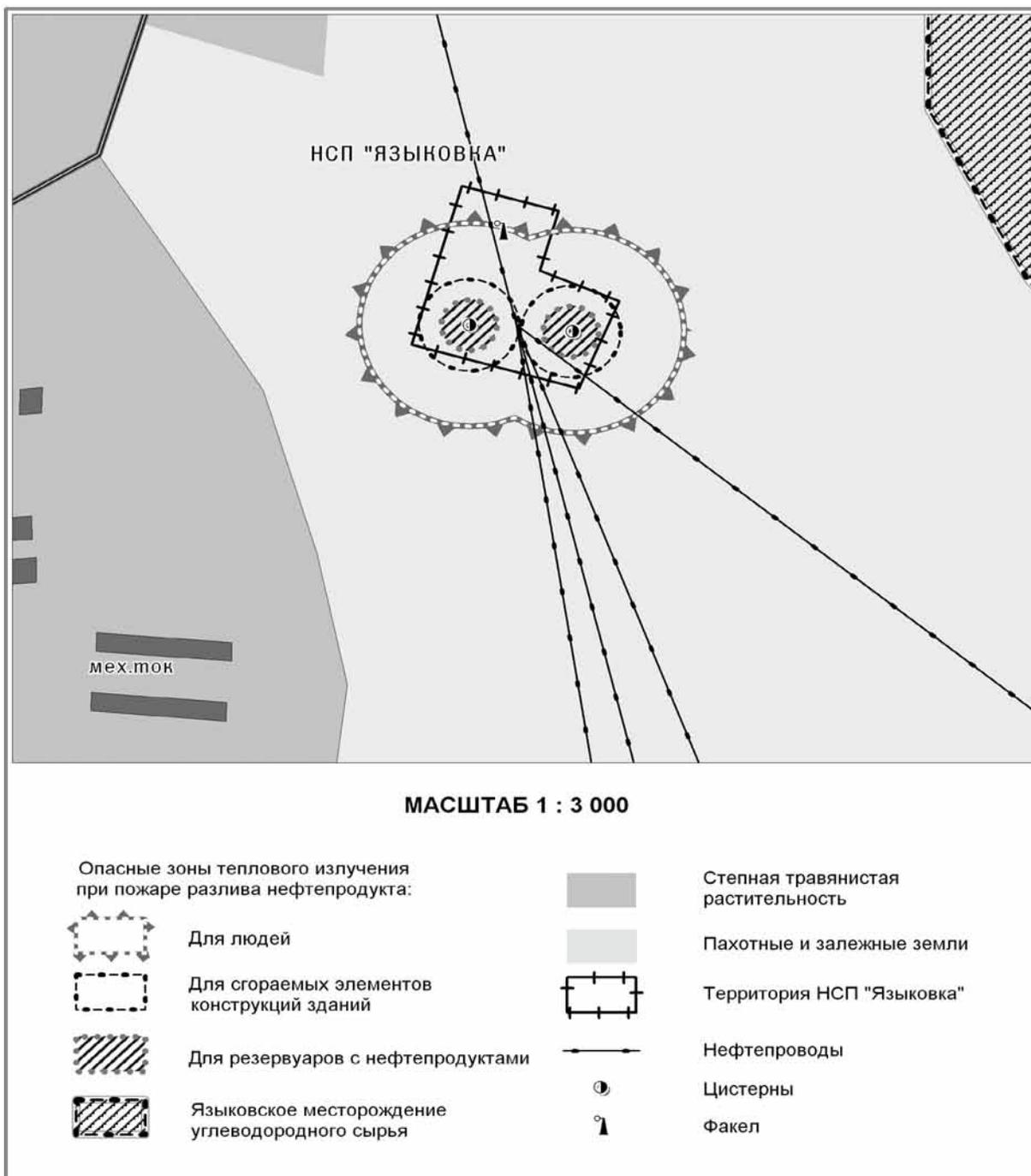


Рис. 3. Опасные зоны теплового излучения при пожаре нефтепродукта на НСП «Языковка»



стадии, предусмотрены первичные средства пожаротушения, расположенные на территории НСП, на пожарных щитах [2]. Пожарные щиты укомплектованы согласно «Перечню средств пожаротушения» пожарным инвентарем: ведром, лопатой совковой, багром, ломом, топором, ящиком с песком, кошмой. Для тушения пожара предусмотрены также порошковые огнетушители и углекислотные огнетушители.

Выводы

В кратчайшие сроки провести оценку, локализацию и устранение взрывоопасной ситуации с минимизацией потерь человеческих и материальных ресурсов – вот главные задачи, которые ставятся перед использованием геоинформационного моделирования рискованных ситуаций на объектах нефтяного комплекса. Использование всего спектра возможностей геоинформационных систем (в частности, моделирования, геоанализа, построения буферных зон, расчета транспортной доступности и проч.) существенно ускорит процесс принятия решений и планирования мер, связанных с защитой населения и объектов хозяйственного использования на уровне муниципального района. Особенно важно своевременное принятие решений на основе ГИС-технологий не столько для крупных населенных пунктов, сколько для сельских поселений, не обладающих достаточно широкой материально-технической базой для противопожарной защиты. В частности, при анализе территорий, расположенных в 20 минутах от пожарных депо для Аткарского района, очевидна недостаточная обеспеченность муниципального района пожарными депо, особенно в зоне риска – Языковского нефтегазового месторождения, расположенного в непосредственной близости от сел Языковка, Иваново-Языковка, деревень Ракировка, Зубовка. Данные моделирования показали, что при самом критическом случае – полного разрушения емкостей с нефтепродуктами и последующим их возгоранием – зона распространения опасного избыточного давления и опасных концентраций выходит за пределы технологической площадки Языковского пункта сбора нефти и газа. Поскольку НСП представляет собой не только место хранения, но и место дальнейшей транспортировки нефтепродуктов, то зона поражения может значительно увеличиться за счет возгорания нефтепровода и скважин попадающих в зону

поражения. А это, в свою очередь, усиливается следующими факторами:

- климат Аткарского муниципального района умеренно континентальный, с жарким и сухим летом;
- растительность рассматриваемой местности степная, а также представлена пахотными и залежными землями;
- в летний период преимущественное направление ветров – северное и северо-восточное;
- села Языковка и Иваново-Языковка располагаются всего в 1 км от НСП.

Все это говорит о том, что риск для населения, строений и окружающей среды может возрастать в несколько раз. Именно поэтому применение ГИС для анализа пожарной опасности повысит скорость принятия решений и снизит вероятность ошибок при проведении реальных противопожарных мероприятий в случае аварии, а также поможет более эффективно провести планирование и строительство системы объектов пожарной безопасности района.

Библиографический список

1. Атнабаев А.Ф., Бахтизин Р.Н., Нагаев Р.З. и др. ГИС-модели для анализа последствий аварийных разливов нефти // *Argreview*. 2006. № 3(26). С. 15–16.
2. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Федоров А.В. и др. Применение ГИС-технологий при изучении факторов природного риска на нефтяных месторождениях Нижнего Поволжья // *ИнтерКарто-ИнтерГИС 10: устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт: Материалы Междунар. конф. Владивосток, Чаньчунь (КНИР), 12–19 июля 2004 г. Владивосток; Чаньчунь, 2004. С. 116–120.*
3. Демографический ежегодник Саратовской области, 2006 год: Стат. сб. / Территориальная организация Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. Саратов, 2007. 186 с.
4. *Сербии С.М., Колупаев Г.А.* Методические указания к изучению темы «Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами». М., 1999. 34 с.
5. *Безродный И.Ф., Меркулов В.А., Шариков А.В.* Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М., 1999. 46 с.
6. *Сучков В.П., Куликов А.В., Молчанов В.П. и др.* Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории. М., 1997. 23 с.



УДК 556.51: 004.94 (470.4)

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО БАСЕЙНА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ SRTM (на примере бассейна р. Терешки)

А.Н. Павлова

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: anpgis@rambler.ru

Статья посвящена вопросам цифрового моделирования территории речного бассейна. В качестве объекта исследования выступает бассейн р. Терешка. Автором приводится подробный алгоритм геомоделирования речного бассейна в среде ArcGIS по данным радарной интерферометрической съемки. Создан ряд моделей, характеризующих рельеф и сток в пределах изучаемой территории. Конечные модели отражают разнопорядковые водосборные бассейны и элементы эрозионной сети.

Ключевые слова: речной бассейн, ГИС-технологии, цифровая модель рельефа, ЦМР, гидрологическое моделирование, SRTM.

Geomodeling of River Basin Based of the Space Data SRTM (as Example of Tereshka River)

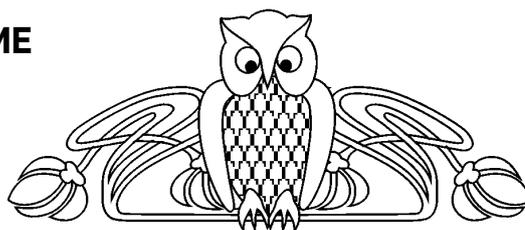
A.N. Pavlova

This article is devoted to questions of digital modeling of river basin area. The basin of the Tereshka River appears as the research object. The author results detailed algorithm of river basin geomodeling by using of computer software (ArcGIS, ESRI) on the basis of the space data (SRTM). Characterizing relief and water flow models are created. As a result watersheds and stream network are delineated.

Key words: watershed, GIS application, digital elevation model, DEM, hydrological modeling, SRTM.

Постановка проблемы

Теоретической предпосылкой моделирования геополей в границах речного бассейна служит его выделение в качестве самостоятельной единицы географического пространства [1]. Согласно Ф.Н. Милькову, русло реки и прилегающая к нему территория, с которой оно собирает поверхностный и подземный стоки, в ландшафтном плане образуют сложную природную систему – *бассейновую парагенетическую систему* [2]. Основной чертой этой системы является упорядоченность входящих в ее состав элементов. Особенно хорошо это видно на примере водного потока, перемещающегося от верховий к устью реки, направленности твердого стока, движущегося вначале от высших точек водораздела в долину реки, а затем вместе с русловым потоком в устье. Подобный характер движения вещества придает бассейну реки динамическое единство как в продольном, так и поперечном планах.



Речные бассейны могут выступать в качестве основной территориальной единицы при районировании территорий, оценке интенсивности эрозионных процессов, в экологических исследованиях. Применение бассейнового подхода географически и экологически обосновано (бассейн – природная и нередко природно-хозяйственная система, экосистема в природных, естественных границах).

Территория в бассейновой модели представлена водосборными бассейнами разного порядка. Главными составляющими водосборного бассейна являются его рельеф и конфигурация сети линий стока. Рельеф выступает в качестве одного из главных факторов стока, так как форма земной поверхности определяет поведение воды. Количественная характеристика бассейна – определение гидрологических и морфометрических характеристик вручную (длина водотоков, положение водоразделов, площадь элементарных бассейнов, угол наклона, расчленение территории и др.) – представляет собой трудоемкую процедуру и требует значительных временных затрат. Традиционным источником данных для расчетов этих параметров являются карты и результаты землемерной съемки. Альтернативный способ получения гидрологических и морфометрических характеристик водосборных бассейнов основан на цифровых представлениях поверхностей, т.е. цифровых моделях рельефа (ЦМР). Автоматизированное получение данных из ЦМР и представление их в виде производных моделей сокращают временные затраты. Такие данные менее субъективны и обеспечивают воспроизводимость результатов в отличие от традиционного «ручного» способа расчетов. Определение дренажной структуры бассейна можно также рассматривать как первый этап в создании гидрологической информационной системы [1].

Целью работы является апробация методики геоинформационного моделирования речного бассейна по данным спутниковой съемки. В качестве объекта моделирования выбран бассейн р. Терешка.

По основным количественным критериям р. Терешка относится к средним рекам (длина реки 270 км, площадь бассейна 9710 км²). Терешка – самый крупный правый приток Волги в пределах Саратовской области, впадающий в Волгоградское водохранилище близ с. Усовка. Река берет начало



и течет в пределах Приволжской возвышенности, в основном параллельно Волге. Основные правые притоки – рр. Лебеджайка, Избалык, Алай, Казанла, Карабулак, левые притоки – рр. Елшанка, Маза, Жилой Ключ, Чернавка, Багай, Березовка – в основном имеют небольшую длину в 10–30 км.

В административном отношении территория бассейна реки лежит в пределах Ульяновской и Саратовской областей. Река берет начало на водоразделе рр. Волги и Суры, на юге Ульяновской области. Исток р. Терешка является особо охраняемой природной территорией и имеет статус гидрологического памятника природы регионального значения.

Долина на всем своем протяжении в Саратовской области имеет асимметричное строение. Терешка течет в широкой (1–5 км) долине с крутым правым и более пологим левым склонами. Русло извилистое, в среднем течении берега обрывистые высотой 2–6 м. В среднем и нижнем течении характерны пойменные леса, озера-старицы. В долине прослеживается три уровня надпойменных террас. Первая надпойменная терраса шириной 0,5–1,5 км имеет высоту 40 м, развита фрагментарно и обнаруживается в основном по левому склону долины. У р. Терешка также выделяется вторая надпойменная терраса шириной 1–1,2 км и высотой 50–60 м. Третья терраса прослеживается на 134 км из 150 км длины реки в Саратовской области, ширина ее 2–4 км. Поверхность террас слабо наклонена в сторону русла и расчленена многочисленными ложбинами стока, встречаются и суффозионные понижения различной формы [3–5].

Выделим следующие особенности р. Терешки. Река имеет важное хозяйственное значение для административных районов, в границах которых расположен ее бассейн. Воды Терешки используются для орошения и водопотребления. Вместе с тем вода в реке прозрачная, хорошего качества. Долинный комплекс р. Терешки является важнейшим элементом природно-экологического каркаса, выполняя функцию экологического коридора.

Содержание работы

Как мы отмечали выше, исходным материалом для моделирования бассейнов является цифровая модель рельефа их территории. Растровая ЦМР обладает достаточным объемом информации для определения общего рисунка сети стока и водосборных бассейнов. При этом точность данных, извлеченных из ЦМР в результате ее обработки с помощью гидрологического анализа, зависит от качества и разрешения исходной модели [6]. Основным и относительно недорогим способом получения ЦМР является создание растровой модели по данным, снятым с топографической карты. Однако картам присущ ряд недостатков, связанных со способом изображения рельефа в виде системы изолиний. В данной работе рас-

сматриваются возможности использования ЦМР, полученной по данным спутниковой съемки SRTM.

SRTM (Shuttle radar topographic mission) – осуществленная в феврале 2000 г. с борта космического корабля многоразового использования «Шаттл» радарная интерферометрическая съемка поверхности земного шара [7]. Данные спутниковой съемки общедоступны и распространяются NASA фрагментами 1 на 1 градус. Файлы данных представляют собой 16-битные растры, где атрибут пиксела соответствует высоте над уровнем моря для данной точки. Исходные файлы могут быть конвертированы в распространенные форматы данных о высотах и затем импортированы в различные картографические программы и геоинформационные системы.

В настоящее время на большую часть земной поверхности доступны ЦМР SRTM 3 (разрешение 3 угловые секунды) и генерализованная версия ЦМР SRTM 30 (разрешение 30 угловых секунд). В данной работе использовались данные SRTM 3 [8]. Применение радиовысотных данных о рельефе является хорошей альтернативой данным, полученным традиционными методами (в особенности данным о рельефе территории, снятым с топографических карт). В работах, затрагивающих вопрос об оценке точности высотных данных SRTM, говорится об их применимости в качестве альтернативного источника информации [9]. В частности, А.В. Погорелов, ряд работ которого посвящен морфометрическому анализу и моделированию бассейна р. Кубани, делает вывод о вполне достаточной точности ЦМР, построенных по данным SRTM, для выполнения распространенных операций морфометрического анализа в масштабном ряду, характерном для исследования типичных геоморфологических объектов, например речных бассейнов [10]. Особо хочется подчеркнуть доступность данных SRTM для широкого круга пользователей. Как мировые геоинформационные ресурсы спутниковые данные о высотах могут служить базой или дополнительным источником информации о самых различных территориях для проведения научных исследований глобального и регионального масштабов.

Моделирование гидрологических характеристик бассейна р. Терешки производилось в среде ArcGIS с помощью инструмента Hydrology, модуля пространственного анализа Spatial Analyst. Предварительно исходные файлы на моделируемую территорию в формате *.HGT были конвертированы в формат *.DEM с помощью программы GlobalMapper 9.0. Затем сшитый растр (грид) высот был импортирован в ArcGIS.

Нами построены базовые морфометрические модели, характеризующие рельеф территории бассейна. Гипсометрическая карта отражает высотные уровни поверхности (рис. 1). В пределах бассейна

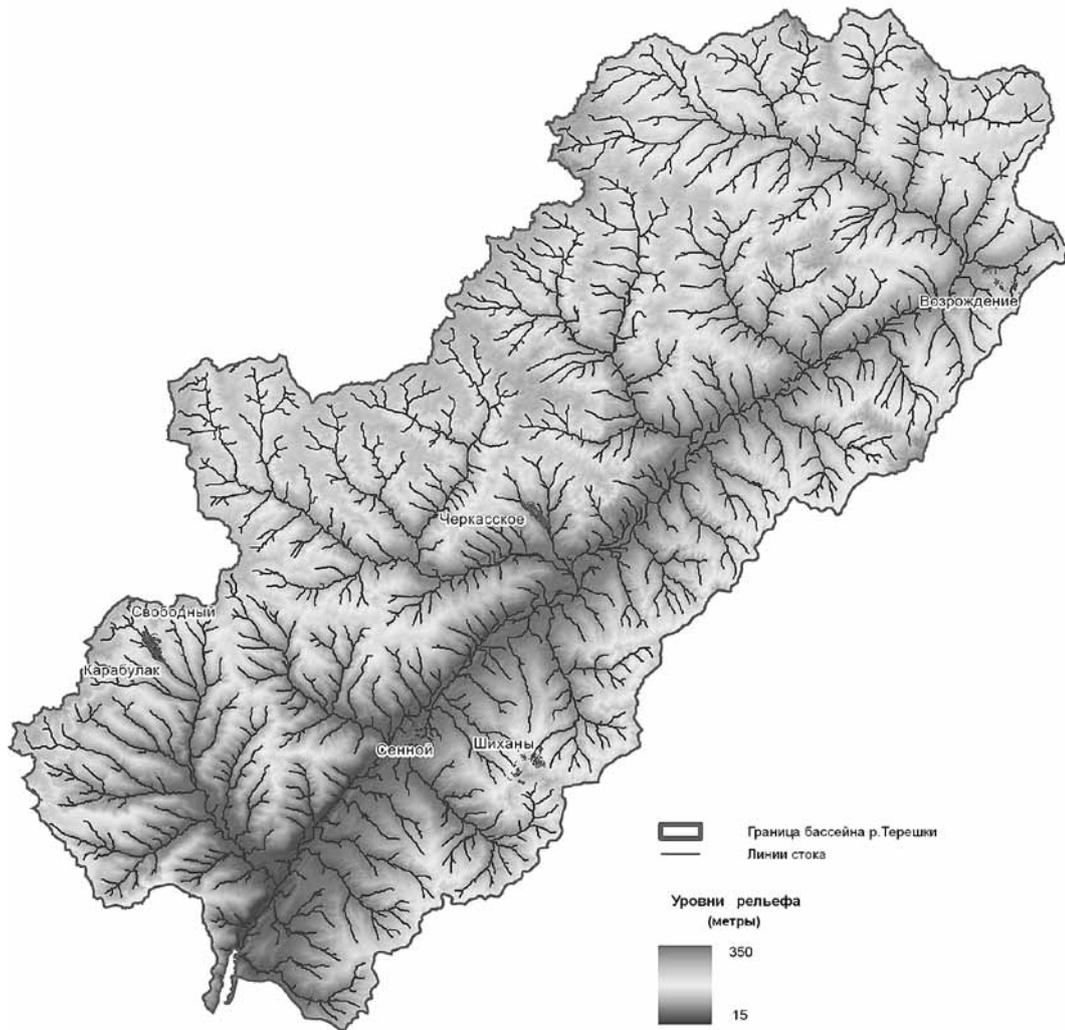


Рис. 1. Гипсометрическая карта

можно наблюдать три древние поверхности выравнивания Приволжской возвышенности (олигоценового, раннеплиоценового и акчагыльского возраста). Анализ показал, что наибольшие площади в бассейне (49%) занимают участки с абсолютными высотами от 100 до 200 м, преобладают склоновые геосистемы. Наиболее низкие территории с высотами менее 50 м занимают всего 6% от общей площади бассейна и приурочены к долинному комплексу. На участки с высотой более 200 м приходится 27,7% площади бассейна, максимальные отметки (более 350 м) в пределах Саратовской области наблюдаются в Хвалынском районе.

Модель углов наклона отражает участки с различной крутизной склона. Более половины территории бассейна р. Терешки (62%) занимают участки с крутизной склона менее 3° – это нижние части склонов (41%) и водораздельные поверхности (21%). Около 20% от общей площади приходится на пологие склоны (3–5°). Доля покатых и крутых склонов (более 5°) также относительно велика – более 15%.

В зависимости от экспозиции склонов все ячейки ЦМР были классифицированы по восьми румбам. В бассейне преобладают склоны южной и восточной экспозиций.

Вертикальное расчленение территории можно охарактеризовать следующим образом: участки с перепадами высот до 5 м занимают около 70% территории бассейна, с амплитудой расчленения от 5 до 10 м – 20%, остальные участки имеют большие значения показателя.

Расчлененный характер территории является положительным фактором при моделировании, так как при создании моделей на низменные территории возникает большее количество артефактов (погрешностей).

Далее грид высот был последовательно обработан специальными функциями гидрологического моделирования.

В общем виде алгоритм включает в себя следующие этапы:

1) заполняются некорректные понижения (синки) (функция Fill);



2) определяются направления стока, т.е. идентифицируются ячейки, в которые будет производиться сток (FlowDirection);

3) рассчитывается кумулятивный сток в каждую ячейку (FlowAccumulation);

4) идентифицируются ячейки водотоков, т.е. выделяются ячейки со значением кумулятивного стока выше значения, заданного пользователем;

5) обозначаются водотоки-звенья (Stream-Link);

6) присваиваются порядки каждому звену эрозионной сети (StreamOrder);

7) определяется дренажная площадь для каждого звена, оконтуриваются водосборные бассейны (Watershed).

Остановимся подробнее на операции расчета кумулятивного стока. Кумулятивный сток рассчитывается на основе поверхности уклона (направления потоков) для каждой ячейки грида. Построенная таким образом растровая модель содержит информацию о водотоках, причем в процессе создания данной модели, используя MapAlgebra, пользователь имеет возможность задать

минимальный кумулятивный сток, который для каждой ячейки определяется минимальным количеством ячеек, стекающих в данную. На выходе мы получим модели водотоков различной степени детализации. Для наших данных оптимальный нижний порог значений FlowAccumulation равен 400. При меньшем значении параметра сеть водотоков содержит значительное количество артефактов, в особенности на выровненных участках. При увеличении нижнего порога кумулятивного стока до 1000 мы получим генерализованную схему структуры бассейна.

Сравнение растровой модели и векторных объектов (линейных гидрографических объектов с топографической карты масштаба 1 : 200 000) показывает их большое сходство, причем растровая модель является более информативной. Для каждого элемента сети был определен его порядок по методу Хортона–Стралера: за долину 1-го порядка принимается долина, в которую не впадает ни одна долина, при слиянии двух долин 1-го порядка образуется долина 2-го порядка, при слиянии долин 2-го порядка образуется долина



Рис. 2. Эрозионная сеть



3-го порядка и т.д. (рис. 2). Затем в соответствии с порядком водотока, расположенного в границах той или иной водосборной площади, определялись порядки бассейнов (рис. 3).

На последнем шаге гидрологического моделирования растровые модели сети водотоков и элементарных бассейнов конвертировались в векторные для удаления артефактных полигонов и топологической коррекции.

Всего на территории бассейна р. Терешки было выделено 2470 элементарных бассейнов с 1 по 6 порядки. В пределах бассейна преобладают элементарные бассейны преимущественно 1-го, реже 2-го и 3-го порядков. Среди водотоков 4-го порядка – рр. Кулатка, Казанла, Карабулак, Маза, Чернавка, Багай; 5-го – Алай и Избалык.

Для оценки достоверности результатов моделирования была построена гидрологически корректная модель рельефа на территорию бассейна р. Казанла (правого притока Терешки) по данным о рельефе, снятым с цифровой топографической карты масштаба 1 : 50 000. Сравнение двух моделей показало их большое сходство. Модель,

созданная по данным SRTM, является более генерализованной. Это выражается в значении нижнего порога кумулятивного стока: значение 400 для модели по данным SRTM дает схожие результаты с гидрологически корректной моделью со значением нижнего порога 1000. Таким образом, можно подтвердить пригодность используемых данных для моделирования бассейнов крупных и средних рек. Для проведения более детальных исследований следует использовать источники масштаба 1 : 50 000 и крупнее.

Выводы

По данным радарной спутниковой съемки выполнен комплекс картометрических и морфометрических расчетов. На базе ГИС с использованием автоматизированных процедур построены карты эрозионной сети и водосборных бассейнов на территорию бассейна р. Терешки. Имеющаяся картографическая база и методический аппарат моделирования позволяют в последующем осуществить

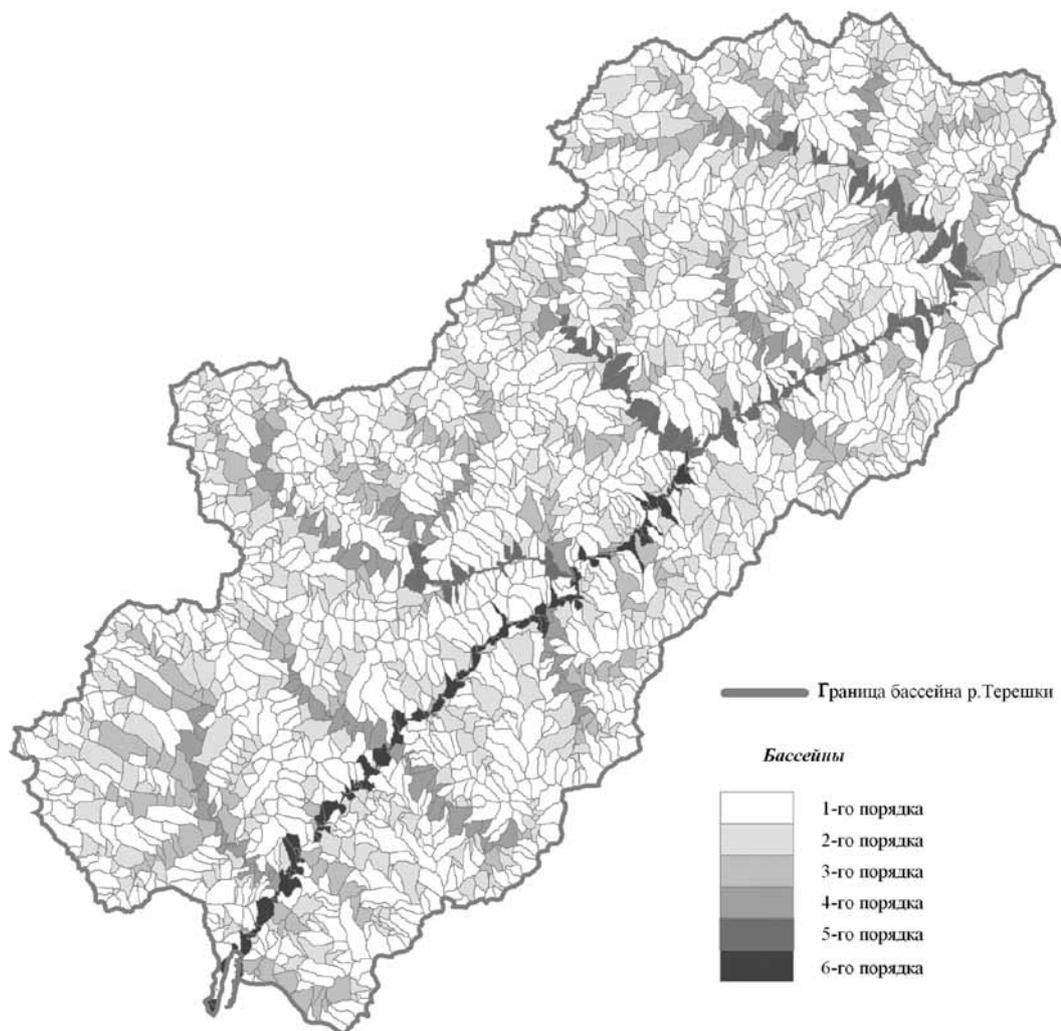


Рис. 3. Водосборные бассейны



построение карт комплексных морфометрических показателей, базисных и остаточных поверхностей, а также других параметров рельефа. В дальнейшем также планируется применить апробированную методику построения моделей к моделированию бассейнов крупных рек Саратовской области.

Библиографический список

1. Погорелов А.В., Салгагаров А.Д., Киселев Е.Н., Куркина Е.В. Геоинформационный метод в практике региональных физико-географических исследований // Тр. / Тебердинский государственный заповедник. Кисловодск, 2007. Вып. 45. 200 с.
2. Мильков Ф.Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // География и природные ресурсы. 1981. № 4. С. 11–18.
3. Природа Саратовской области / Под ред. П.С. Кузнецова. Саратов, 1956. 136 с.
4. Проект районной планировки Вольского административного района Саратовской области: В 3 т. Т. 1. Пояснительная записка. Саратов, 1984. 398 с.
5. Энциклопедия Саратовского края (в очерках, фактах, событиях, лицах). Саратов, 2002. 688 с.
6. Maidment D., Djokic D. Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems. Redlands, California, 2000. 232 p.
7. Farr T.G., Hensley S., Rodriguez E. et al. The shuttle radar topography mission // CEOS SAR Workshop. Toulouse 26–29 Oct. 1999. Noordwijk, 2000. P. 361–363.
8. <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3>
9. Муравьев Л.А. Высотные данные SRTM против топографической съемки // <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1177761>
10. Погорелов А.В., Думит Ж.А. Морфометрия рельефа бассейна реки Кубани: некоторые результаты цифрового моделирования // Географические исследования Краснодарского края. Краснодар, 2007. Вып. 2. С. 7–23.

УДК 528.833

АЛЬБЕДО, ПОГЛОЩЕННАЯ СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И УХОДЯЩАЯ ДЛИННОВОЛНОВАЯ РАДИАЦИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ АТЛАСОВ NASA США

Ю.А. Скляр, Н.В. Фомина, А.И. Котума, Н.В. Семенова

Саратовский государственный университет,
кафедра метеорологии и климатологии
E-mail: kafmeteo@sgu.ru

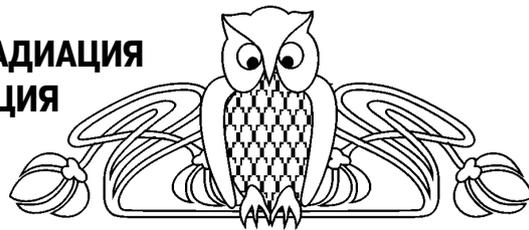
Приводятся результаты исследований основных составляющих радиационного баланса Земли (РБЗ) на основе данных наблюдений со спутников Nimbus-6 и Nimbus-7, опубликованных в четырех атласах NASA. Изложены результаты анализа широтных распределений альbedo. Предложена методика получения глобальных и полушарных величин альbedo. Показано, что среднеглобальные величины альbedo у ИСЗ Nimbus-6 на 5 единиц меньше, чем у ИСЗ Nimbus-7 (0,28 и 0,33 соответственно). Обсуждены внутригодовые и межгодовые вариации глобальных и полушарных величин альbedo. По разработанной методике получены данные о поглощенной радиации. Выполнен анализ данных об уходящей длинноволновой радиации, в том числе по полушариям. Приведена оценка близости к нулю глобального среднегодового РБЗ.

Ключевые слова: альbedo, поглощенная радиация, уходящая длинноволновая радиация, радиационный баланс Земли, атласы.

Albedo, Absorbed Solar Radiation and Outgoing Longwave Radiation Derived from Data of NASA Atlases

Yu. A. Sklyarov, N. V. Fomina, A. I. Kotuma, N. V. Semenova

The results of investigation of main Earth radiation budget (ERB) components derived from the measurement on the Nimbus-6 and Nimbus-7 satellites and published in four NASA atlases are given. The data of latitudinal albedo distribution are described. The methodic for receiving of global and hemisphere values of albedo is proposed. It



is showed that global averaged albedo values from Nimbus-6 satellite are less than from Nimbus-7 at 5 albedo units (0,28 and 0,33 correspondingly).

The annual variations of global and hemispherical albedo values are discussed. The absorbed radiation data were received and peculiarities of their variation are given. Analysis of data about outgoing longwave radiation was fulfilled. Evaluation of proximity to zero of global annually averaged ERB was made.

Key words: albedo, absorbed solar radiation, outgoing longwave radiation, Earth radiation budget, atlases.

В Саратовском государственном университете несколько десятилетий ведутся работы по исследованию компонентов радиационного баланса Земли (РБЗ). Разработанная аппаратура для измерений уходящей коротковолновой радиации (УКР) и солнечной постоянной (главный конструктор профессор Ю.А. Скляр) работала на высотных аэростатах [1], на трех ИСЗ, в том числе на двух в совместных российско-французских проектах [2, 3]. Получен большой объем данных. Практически завершена обработка наблюдений с ИСЗ «Метеор-3» № 7 и «Ресурс-01» № 4. Завершается подготовка материалов атласа наблюдений УКР, альbedo и поглощенной солнечной радиации по материалам наблюдений с ИСЗ «Ресурс-01» № 4 (получено более 86 000 наблюдений). Рассмотрены вопросы построения карт распределений, получения среднесуточных величин альbedo, наблюдаемости поверхности Земли с гелиосинхронных ИСЗ [4–6]. Завершено изготовление



модернизированных радиометров для установки на перспективные ИСЗ «Метеор-М» (ориентировочный срок старта – первая половина 2009 г.) и на геостационарный ИСЗ «Электро-Л». В 2007 г. на указанные работы Саратовским государственным университетом получена лицензия на право ведения космической деятельности.

В такой ситуации большой интерес представляет анализ материалов атласов NASA, изданных по результатам наблюдений с американских спутников «Nimbus-6» и «Nimbus-7». На этих ИСЗ работали широко- и среднеугольные радиометры. Орбиты гелиосинхронные имеют параметры, близкие к параметрам орбиты российского ИСЗ «Ресурс-01» № 4, поэтому можно сравнивать результаты наблюдений с нашим радиометром ИКОР. Всего в нашем распоряжении оказалось 4 атласа, которые были переданы Ю.А. Скиярову ведущим специалистом NASA Д.Л. Смитом. В пояснительных текстах авторы атласов отмечали, что материалы атласов дают большие возможности для целого ряда исследований, в чем мы убедились в процессе анализа материалов атласов. Ниже будут изложены основные результаты проделанной работы.

Следует отметить необычную структуру подачи материалов атласов. Два атласа альbedo и поглощенной солнечной радиации [7, 8] представляют собой в основном карты глобальных распределений обоих параметров. Кроме того, в каждом атласе приведены сводные таблицы среднемесячных альbedo для широтных зон с шагом 5° по широте. Эти данные позволили нам выполнить обширные исследования, касающиеся как альbedo, так и поглощенной солнечной радиации.

Вместе с тем атласы уходящей длинноволновой радиации (УДР) также представляют карты глобальных распределений УДР на каждый месяц [9, 10]. Эти данные сопровождаются таблицами

сферических гармонических коэффициентов разложения на каждый месяц. Из всех коэффициентов три имеют физический смысл: глобальное среднемесячное значение УДР, разность среднеглобальных величин УДР Северного и Южного полушарий (Северное минус Южное) и градиент у экватора распределения УДР (экватор – полюс). Эти данные также широко использовались для различных исследований. Ценность полученных выводов в том, что они опираются на реальные величины измерений с двух успешных спутниковых проектов, составивших вместе длительный ряд компонентов РБЗ. Это и дало возможность проследить за многолетними вариациями соответствующих величин. Конечно, одной из важнейших задач данного исследования явилась возможность проверки на материалах измерений условия равенства нулю РБЗ на верхней границе атмосферы (ВГА). Однако, все по порядку.

Широтное распределение альbedo

Имеющиеся у нас атласы альbedo и поглощенной радиации представляют данные за 1975–78 гг. (спутник Nimbus-6) и 1985–1986 гг. (спутник Nimbus-7). По таблицам среднемесячных величин альbedo для облегчения анализа строились графики распределений за соответствующий месяц. Графики широтных распределений среднемесячных величин альbedo за 1976 и 1986 гг. приведены на рис. 1 и 2. Графики даны для наиболее характерных месяцев – марта, июня, сентября и декабря. За все остальные годы распределения похожи на приведенные и отличаются в незначительных деталях.

Отметим основные особенности:

– с увеличением широты в обоих полушариях альbedo растут, что отражает сезонные особенности и соответствует увеличению зенитного угла Солнца;

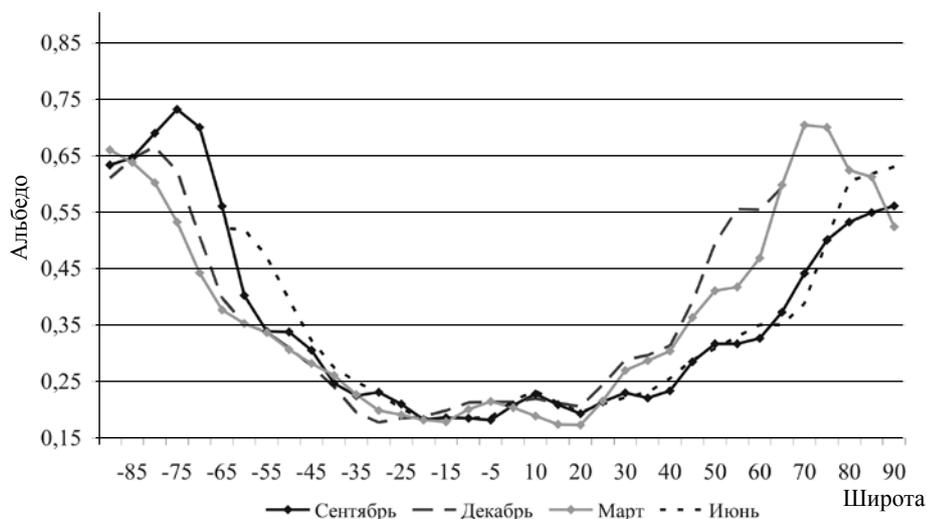


Рис. 1. Широтное распределение среднемесячных значений альbedo в 1976 г.

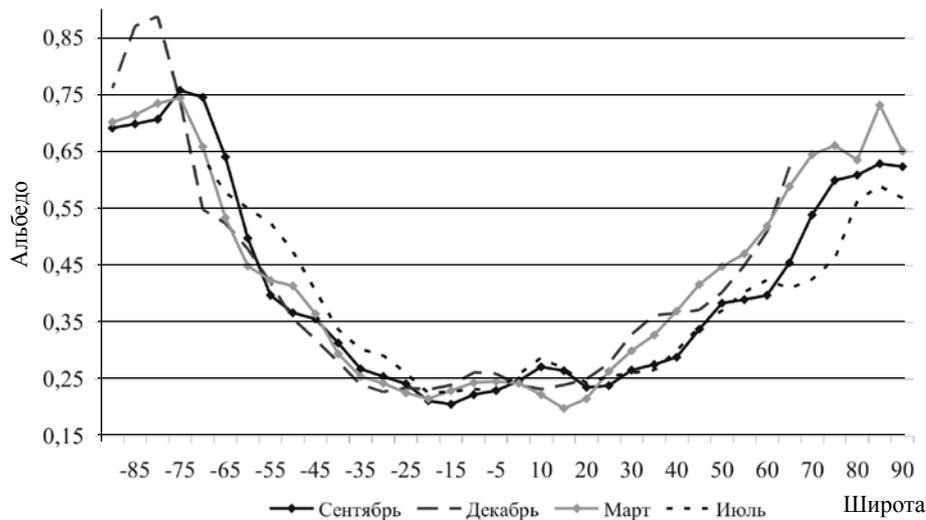


Рис. 2. Широтное распределение среднемесячных значений альbedo в 1986 г.

– в тропических широтах (грубо от -25 до $+25^\circ$) в любой сезон величины альbedo минимальны, имеют небольшой разброс и группируются около 0,20 для ИСЗ Nimbus-6 и около 0,25 для ИСЗ Nimbus-7. Это указывает на незначительные изменения количества облачности в среднемесячных значениях в экваториальной зоне;

– на всех графиках отчетливо прослеживается небольшой максимум альbedo в зоне $+5^\circ \dots +20^\circ$ в июне и сентябре, минимум в марте и частично в декабре. Аналогично наблюдается вторичный максимум в зоне $-5^\circ \dots -15^\circ$ в декабре-марте. Такие изменения обычно связывают с облачностью внутритропической зоны конвергенции (ВЗК);

– во все годы и сезоны величины альbedo над Антарктидой ($-75^\circ \dots -90^\circ$) выше, чем соответствующие величины в северных полярных широтах;

– в Северном полушарии (СП) величины альbedo в зимне-весенний период (декабрь-март) и летне-осенний (июнь-сентябрь) различаются значительно больше, чем соответствующие по сезону величины в Южном полушарии. Очевидно, что это следствие различия в характере поверхности (материки и океаны). Наступление и сход снежного покрова в СП вносят большой вклад в эту разницу;

– абсолютно наибольшие величины зонального альbedo отмечены на широтах 80° и 85° Южного полушария (ЮП), где они составляют 0,87 и 0,89, что существенно выше величин альbedo, принятых в моделях США [11], см. также в [1, 5].

Расчет глобальных величин альbedo и их вариации

Глобальное альbedo играет важную климатообразующую роль, так как эта величина определяет приходную часть радиационного баланса Земли.

Если известно глобальное альbedo ($\alpha_{гл}$), то тем самым известна поглощаемая Землей солнечная радиация (приходная часть), доля которой равна $(1-\alpha_{гл})$ от приходящей на всю земную поверхность солнечной радиации в расчете на 1 м^2 . Для лучистого обмена Земли с космосом оцениваются потоки на верхней границе атмосферы (ВГА). В качестве ВГА была принята поверхность сферы с высотой 30 км над поверхностью Земли. Измерения показали, что с высот, больших 30 км, практически нет нисходящих, генерируемых атмосферой лучистых потоков. На ВГА сравниваются приходящие коротковолновые потоки (лучистая энергия Солнца) и уходящая длинноволновая радиация (УДР) как компоненты РБЗ. Принято считать, что в среднем за год Земля находится в состоянии лучистого равновесия, т.е. глобальный радиационный баланс на ВГА за год равен нулю. Для проверки этого положения необходимо знать глобальную среднегодовую поглощенную радиацию, а для ее расчетов требуется знание глобальных среднегодовых величин альbedo. В атласах в виде таблиц приведены данные о зональных среднемесячных величинах альbedo. По этим данным можно получить глобальные величины, а также рассчитать среднемесячные и среднегодовые значения для Северного и Южного полушарий. Нами предложен следующий метод решения такой задачи.

Часть земного шара с необходимыми линиями и углами, где $R_{вга}$ – радиус Земли на уровне верхней границы атмосферы, θ – полярное расстояние площадки $dw = dx dy$, λ – долгота площадки, r_i – радиус верхней границы широтной зоны, ширина которой по широте $\Delta\theta_i$ равна 5° , как и в таблицах атласов, изображена на рис. 3.

Для того чтобы найти телесный угол широтной зоны, необходимо провести следующие расчеты:

$$dw = dx \cdot dy;$$

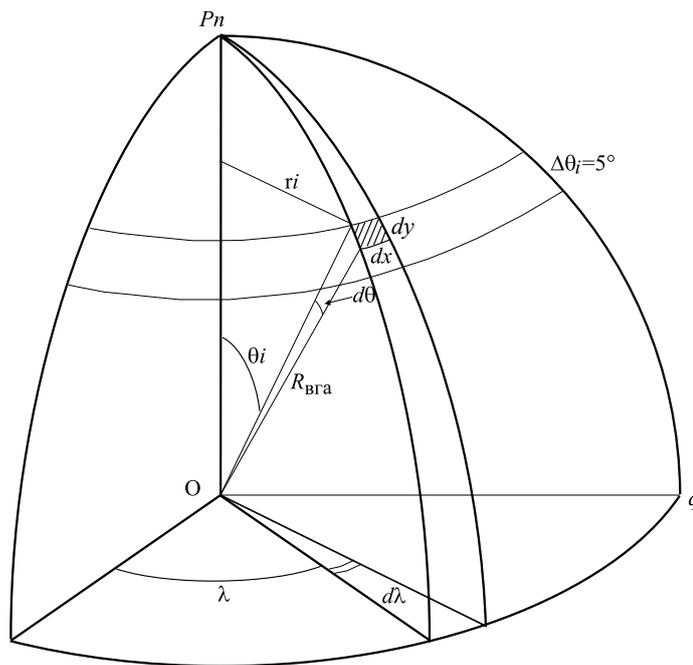


Рис. 3. Часть земного шара с необходимыми линиями и углами

$$dx = r_i d\lambda;$$

$$r_i = R_{BGA} \sin \theta_i.$$

Тогда $dx = r_i d\lambda = R_{BGA} \sin \theta_i d\lambda$,
а $dy = R_{BGA} d\theta$ в единицах площади

$$dw = dx \cdot dy = R_{BGA}^2 \sin \theta_i d\theta d\lambda.$$

Величина dw в единицах телесного угла $d\omega$ равна

$$d\omega = \frac{dw}{R^2} = \sin \theta_i d\theta d\lambda.$$

Интегрируя это выражение по рассматриваемой зоне, получим телесный угол i -й зоны:

$$\begin{aligned} \omega_i &= \int_{\lambda=\theta}^{2\pi} \int_{\theta_i}^{\theta_i+5^\circ} \sin \theta d\theta d\lambda = 2\pi \int_{\theta_i}^{\theta_i+5^\circ} \sin \theta d\theta = \\ &= 2\pi(-\cos \theta) \Big|_{\theta_i}^{\theta_i+5^\circ} = 2\pi(-\cos \theta_{i+5^\circ} + \\ &+ \cos \theta_i) = 2\pi(\cos \theta_i - \cos \theta_{i+5^\circ}), \end{aligned} \quad (1)$$

где θ_i – отсчитывается от северного полюса Земли, при этом θ_i – кратно 5° , т.е. $\theta_i = 0^\circ; 5^\circ; 10^\circ \dots 85^\circ$ для Северного полушария и $\theta_i = 0^\circ; 5^\circ; 10^\circ \dots 175^\circ$ для Земли в целом.

Очевидно, полученные величины ω_i являются весовыми коэффициентами для расчетов альbedo, так что

$$\alpha_{ГЛ} = \frac{1}{4\pi} \sum_{\theta_i=0^\circ}^{\theta_i=175^\circ} \omega_i \alpha_i \quad \text{– для глобального альbedo,}$$

$$\alpha_{NГЛ} = \frac{1}{2\pi} \sum_{\theta_i=0^\circ}^{\theta_i=85^\circ} \omega_i \alpha_i \quad \text{– для Северного полушария,} \quad (2)$$

$$\alpha_{SГЛ} = \frac{1}{2\pi} \sum_{\theta_i=90^\circ}^{\theta_i=175^\circ} \omega_i \alpha_i \quad \text{– для Южного полушария.}$$

Зональные значения α_i выбираются из среднемесячных величин альbedo соответствующих широтных зон таблиц атласов.

Полученные глобальные среднемесячные значения по полушариям и по земному шару в целом, а также среднегодовые глобальные значения альbedo представлены в таблице.

По данным таблицы были построены графики внутригодовой изменчивости глобального альbedo. За период наблюдений с 1975 по 1978 г. с ИСЗ «Nimbus-6» были построены графики внутригодовой изменчивости альbedo для 1977 г. (рис. 4), так как за этот год имеется полный ряд наблюдений. В 1975 и в 1978 гг. ряд наблюдений составил всего 6 и 5 месяцев соответственно. Построить графики внутригодовой изменчивости невозможно.

За период работы ИСЗ «Nimbus-7» ряд наблюдений составил в 1985 г. 2 месяца – ноябрь и декабрь. В 1986 г. ИСЗ имел перебои в работе оборудования, данные за апрель, май, июнь отсутствуют. За 1987 г. данные есть с января по октябрь. Чтобы проследить глобальный ход ве-



Глобальное распределение альbedo

Месяц	1976			1977			1987		
	СП	ЮП	Глобал.	СП	ЮП	Глобал.	СП	ЮП	Глобал.
Январь	0,2962	0,2726	0,2844	0,3112	0,2714	0,2913	0,3437	0,3229	0,3333
Февраль	0,2989	0,2790	0,2889	0,2914	0,2749	0,2831	0,3466	0,3336	0,3401
Март	0,3225	0,2679	0,2952	0,3019	0,2830	0,2925	0,3605	0,3338	0,3472
Апрель	0,2920	0,2821	0,2870	0,2875	0,2812	0,2843	0,3382	0,3433	0,3408
Май	0,2842	0,2645	0,2743	0,2752	0,2630	0,2691	0,3321	0,3134	0,3228
Июнь	0,2744	0,2495	0,2620	0,2684	0,2498	0,2591	0,3259	0,2974	0,3117
Июль	0,2678	0,2583	0,2630	0,2626	0,2533	0,2579	0,3161	0,3173	0,3167
Август	0,2596	0,2843	0,2720	0,2582	0,2745	0,2663	0,3155	0,3340	0,3247
Сентябрь	0,2698	0,2959	0,2829	0,2716	0,2875	0,2795	0,3231	0,3412	0,3321
Октябрь	0,2906	0,2909	0,2908	0,2904	0,2890	0,2897	0,3344	0,3487	0,3415
Ноябрь	0,3018	0,2801	0,2909	0,2925	0,2847	0,2886	0,3395	0,3351	0,3373
Декабрь	0,2925	0,2718	0,2822	0,2878	0,2772	0,2825	0,3020	0,3339	0,3180
Среднее за год	0,2875	0,2747	0,2811	0,2832	0,2741	0,2787	0,3315	0,3296	0,3305

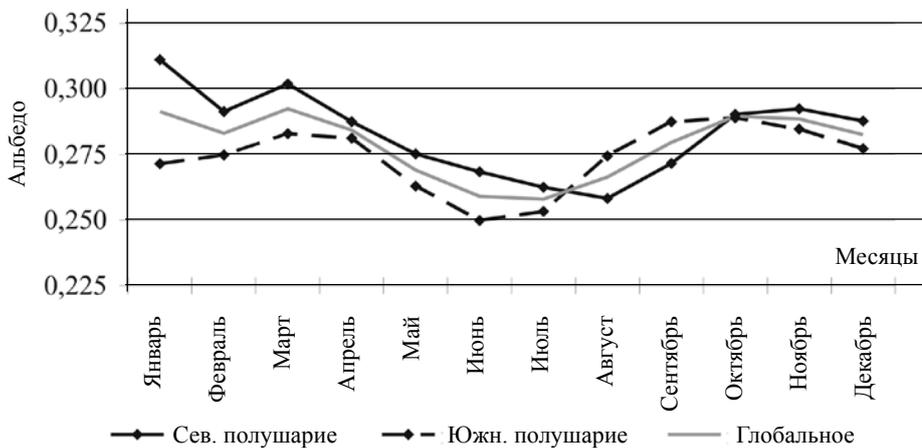


Рис. 4. Внутригодовая изменчивость глобального альbedo ИСЗ «Nimbus-6» 1977 г.

личин альbedo вначале был построен график за 1987 год. Учитывая, что данные в ноябре-декабре 1985 и 1986 гг. практически одинаковы (разница не более тысячной доли), мы добавили к 1987 г. данные за ноябрь-декабрь (рис. 5).

Анализ графиков вариаций альbedo (см. рис. 4 и 5) показывает следующее.

1. На всех рисунках глобальное альbedo имеет практически правильный полугодовой ход: минимальное значение в январе, максимальное в марте, снова минимум в июне, затем подъем до сентября-октября и минимум в декабре.

По полушариям картина иная. Почти точный полугодовой ход в Южном полушарии с достаточно хорошей привязкой к ключевым датам – равноденствиям и солнцестояниям – и значительная асимметрия в Северном полушарии. Так, фаза уменьшения глобального альbedo в СП длится 6 месяцев (март-август), что приводит к тому, что на вторичный максимум (ноябрь) и минимум (декабрь-январь) в сумме также приходится 6 ме-

сяцев. Такое распределение глобального альbedo объясняется значительной разницей в характере подстилающей поверхности СП и ЮП – преимущественно материковая поверхность в СП и преимущественно открытый океан в ЮП.

Например, абсолютный минимум глобального альbedo в июне месяце, по-видимому, есть следствие сложения условий инсоляции и особенностей поверхности (рис. 6). В СП самый длинный день 22 июня. За полярным кругом – полярный день. Солнце имеет склонение $+23^{\circ}27'$. Зенитные углы Солнца в СП в средних широтах малы, что в соответствии с моделями альbedo дает небольшие его величины. Снежный покров сошел, кроме зоны полярных льдов, и альbedo почвы низкое. В ЮП вся Антарктида в зоне полярной ночи, а океан имеет низкие альbedo вплоть до бинов 7–8 [5, 11] ($ZUC = 68-75^{\circ}$). Аналогично можно объяснить и другие ситуации.

Например, после быстрого роста альbedo с августа по ноябрь в СП к марту альbedo достигает

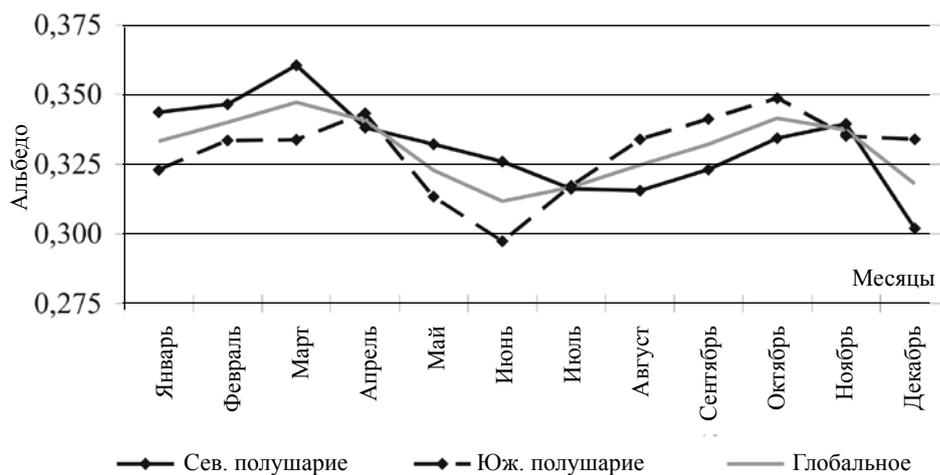


Рис. 5. Внутригодовая изменчивость глобального альbedo ИСЗ «Nimbus-7» 1987 г.

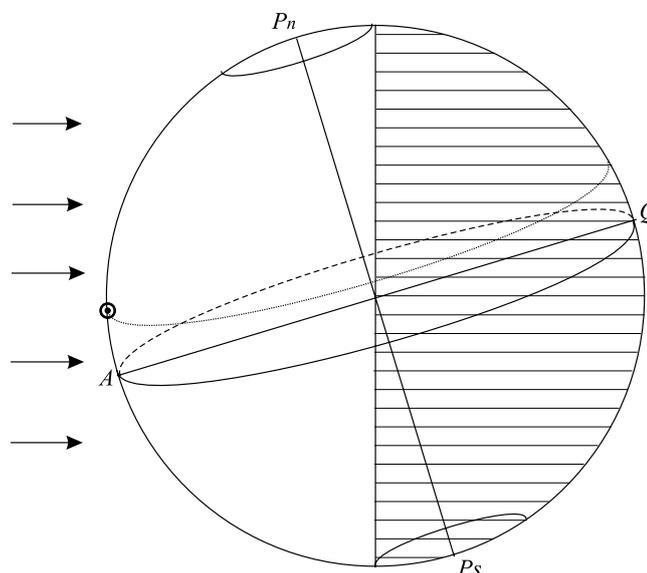


Рис. 6. Условия облучения земного шара в июне

максимума. Затем таяние, сход снежного покрова, быстрое уменьшение альbedo, которое носит затяжной характер в СП до августа включительно. В общем вариации глобального и полушарных альbedo объясняются вполне логично.

2. Нельзя не заметить значительной разницы в величинах глобального альbedo между данными от ИСЗ «Nimbus-6» и «Nimbus-7». Среднегодовые величины глобальных альbedo между этими спутниками отличаются практически точно на 5 единиц альbedo: 0,281 для «Nimbus-6» и 0,330 для «Nimbus-7», хотя среднегодовые величины для каждого спутника очень близки. Разница в глобальных величинах $\Delta\alpha_{\text{гл}} = 0,05$ существенно превышает погрешности определения глобальных альbedo. По-видимому, величины в рядах ИСЗ «Nimbus-6» занижены на 5 единиц. Заметим, что авторы атласов отмечали, что в целом получен практически непрерывный ряд наблюдений двух

спутников. Однако наш анализ показывает, что считать этот сводный ряд однородным невозможно, имеется систематическая разница в данных. Об этом же говорит простой взгляд на графики широтных распределений среднемесячных альbedo (см. рис. 1 и 2). Сразу бросается в глаза разница в величинах альbedo тропической зоны $-20^{\circ} \dots +20^{\circ}$. Все кривые на рис. 1 группируются около значения 0,20, а на рис. 2 – около значения 0,25. Это надо учитывать. Мы еще вернемся к данной разнице при оценке радиационного баланса Земли.

Расчет приходящей и поглощенной радиации

Одной из задач, которая ставилась при анализе атласов США, было оценить, насколько выполняется близость к «нулю» среднегодового среднеглобального значения радиационного



баланса Земли (РБЗ). По построению атласов в нашем распоряжении имелись данные об альbedo в виде зональных среднемесячных значений для широтных зон с шагом в 5° , поглощенная радиация не давалась в виде аналогичных данных, а была представлена изолиниями на картах распределения поглощенной солнечной радиации.

Вместе с тем данные об уходящей длинноволновой радиации (УДР), которая представляет собой расходную часть уравнения радиационного баланса на ВГА, давались в виде таблиц коэффициентов разложения по сферическим гармоникам, в которых нулевой член как по столбцам, так и по строкам представлял собой среднемесячное среднеглобальное значение УДР.

Для того чтобы сравнить поглощенную солнечную радиацию и УДР, т.е. оценить среднегодовой среднеглобальный баланс, нужно было бы рассчитать годовые величины глобальных значений как поглощенной солнечной радиации, так и УДР. Если в отношении УДР эта задача решалась элементарно, путем суммирования среднемесячных и получения среднеглобальных годовых значений, то для получения приходящей составляющей, т.е. поглощенной солнечной радиации, задача оказалась сложнее.

При этом надо было решить один принципиальный вопрос: каким методом получать среднегодовые среднеглобальные величины поглощенной радиации. Один из способов описан в литературе [12] и широко используется для таких оценок. Вводится понятие о радиационном воздействии (РВ) прямой солнечной радиации в целом для ВГА Земли. Если E_0 – солнечная постоянная (СП), то среднегодовое радиационное воздействие этого источника $L_0 = E_0 \cdot 0,25 \cdot 0,7$, где 0,25 – коэффициент, учитывающий геометрический фактор (отношение площади сечения Земли, воспринимающей поток, к площади поверхности Земли), 0,7 – коэффициент поглощения при принятом современном значении альbedo Земли 0,3. Таким образом, РВ солнечного излучения при величине $E_0 = 1367 \text{ Вт/м}^2$ равно $L_0 = 239,2 \text{ Вт/м}^2$.

Если следовать этой методике, то выражение для РВ Солнца надо записать таким образом:

$$L_0 = E_0 \cdot 0,25 \cdot (1 - \alpha_{\text{гл}}),$$

где $\alpha_{\text{гл}}$ – реальное глобальное альbedo нашей планеты в рассматриваемый период времени.

Таким образом, получив конкретное значение $\alpha_{\text{гл}}$, можно рассчитать величину поглощенной солнечной радиации для рассматриваемого периода (среднемесячную, среднегодовую). Очевидно, что она равна соответствующему L_0 . Однако этот метод имеет существенный, принципиальный недостаток.

Получается, что реальное воздействие прямой солнечной радиации на ВГА подменяется воздействием несуществующего в природе равномерно распределенного источника излучения со средней плотностью потока равной 0,25 от величины

солнечной постоянной (для исключения влияния годовых изменений расстояния Солнце–Земля рассматривается среднегодовая величина солнечной радиации, т.е. солнечная постоянная).

Однако еще раз отметим, что реально существует единственный источник прямой солнечной радиации. Речь должна идти не о воображаемом среднеглобальном значении радиации, равномерно падающей на всю поверхность ВГА, а о фактически имеющемся широтном и долготном распределении солнечного излучения по освещенной поверхности планеты. На самом деле, в любой момент на ВГА имеются всевозможные величины солнечных зенитных углов от 0 для площадки в подсолнечной точке до 90° на всей линии терминатора. А зависимость локальных альbedo от зенитного угла Солнца велика [1, 5].

Очевидно, что для расчетов величин поглощенной солнечной радиации необходимо использовать реальные значения приходящей солнечной радиации для каждой широты и использовать их для имеющихся в атласах среднемесячных значений альbedo 5° широтных зон. Для этих целей можно использовать формулу Миланковича, применяемую для расчета прихода сумм прямой солнечной радиации для любой широты от восхода до захода.

Поглощенная солнечная радиация является приходной частью РБЗ. Для получения ее среднесуточных значений для какой-либо площадки необходимо знать среднесуточные величины приходящего солнечного излучения \bar{E} [Вт/м²] и среднесуточные величины альbedo этой же площадки α . Тогда суточное среднее поглощаемой радиации Q можно выразить как

$$Q = \bar{E}(1 - \alpha). \quad (3)$$

Величину \bar{E} можно получить, пользуясь формулой Миланковича, в виде, подходящем для расчетов среднесуточных величин \bar{E} :

$$\bar{E} = \frac{E_0}{r^2 \pi} (t_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin t_s), \quad (4)$$

где E_0 – величина солнечной постоянной; t_s – выраженный в радианах часовой угол Солнца в моменты восхода, либо захода; r – текущее расстояние Земля–Солнце в астрономических единицах; φ – широта места; δ – склонение Солнца. Для ВГА (нет рефракции) величина t_s находится из известного соотношения:

$$\cos t_s = -\text{tg} \varphi \cdot \text{tg} \delta. \quad (5)$$

Следует отметить, что поскольку в течение суток расстояние r меняется незначительно, то можно при расчетах $E = E_0/r^2$ пользоваться единым значением r для текущих суток.

Для получения среднемесячных значений поглощенной радиации в формулу (3) нужно подставить среднемесячные значения приходящей радиации на ВГА и альbedo. Среднемесячные зональные значения альbedo имеются в атла-



сах, а для получения среднемесячных значений приходящего солнечного излучения в формулу Миланковича (4) для каждой широты φ можно подставить среднемесячные значения склонения Солнца δ и среднемесячное расстояние Земли от Солнца r . Часовой угол t_s также рассчитывается по формуле (5), в которую для каждой широты φ нужно подставить среднемесячные значения склонения Солнца δ . По этой методике рассчитывались среднемесячные величины поглощенной солнечной радиации.

В работе была рассчитана приходящая солнечная радиация двумя методами: 1) по формуле Миланковича, подставляя в формулу значения широты для верхней и нижней параллелей (границ зон), и взято их среднее; 2) по формуле Миланковича со средним значением широты данной зоны.

Приходящая радиация, рассчитанная по широтам границ зон, отличается от величин приходящей радиации, рассчитанной по средним значениям широты, не более чем на 0,1%. Поэтому в своих дальнейших расчетах будем использовать данные, рассчитанные по средним значениям широты.

Кривые среднемесячной приходящей радиации для месяцев март и сентябрь симметричны относительно экватора, с минимумом у полюсов и максимумом на экваторе (рис. 7). Однако в летних полушариях максимальные значения приходятся не на экватор, а на полюса. Это объясняется тем,

что, несмотря на небольшую высоту Солнца в высоких широтах, продолжительность светового дня летом (июнь или декабрь) равна 24 часам, наблюдается полярный день. Поэтому среднесуточные и среднемесячные значения приходящей солнечной радиации на полюсе в данный период будут выше, чем на экваторе.

Для дальнейшей оценки составляющих РБЗ были построены графики широтного распределения среднемесячных значений поглощенной радиации для 1976, 1977, 1986, 1987 гг. по данным, рассчитанным по средним значениям широты. В качестве примера приведен график поглощенной радиации для 1987 г. (рис. 8).

Кривые поглощенной солнечной радиации для марта и сентября, как и теоретически рассчитанные, практически симметричны относительно экватора, с максимумом у экватора и минимумами у полюсов. В полном соответствии с широтным ходом альbedo (см. рис. 1 и 2) теперь в Южном полушарии значения марта выше значений сентября, а в Северном полушарии, наоборот, значения сентября выше значений марта. Аналогично, кривые поглощенной радиации отражают перемещения облачности ВЗК в диапазоне $0^\circ \dots +15^\circ$. Интересно, что во все годы абсолютный максимум поглощенной радиации отмечается в декабре месяце на широтах $-20^\circ \dots -40^\circ$, где он достигает $410\text{--}420 \text{ Вт/м}^2$ в 1976–77 гг. и $370\text{--}380 \text{ Вт/м}^2$ в 1986–87 гг. Аналогичный более слабый максимум в июне в средних

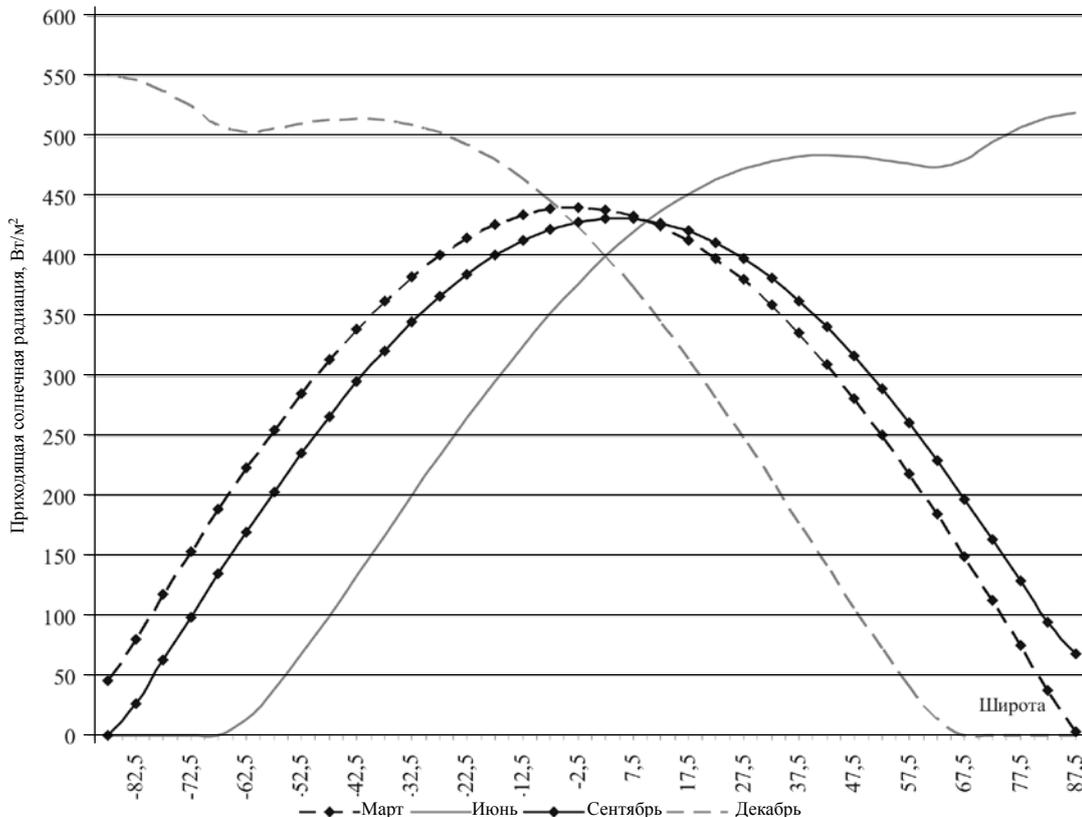


Рис. 7. Кривые распределения среднемесячной приходящей солнечной радиации

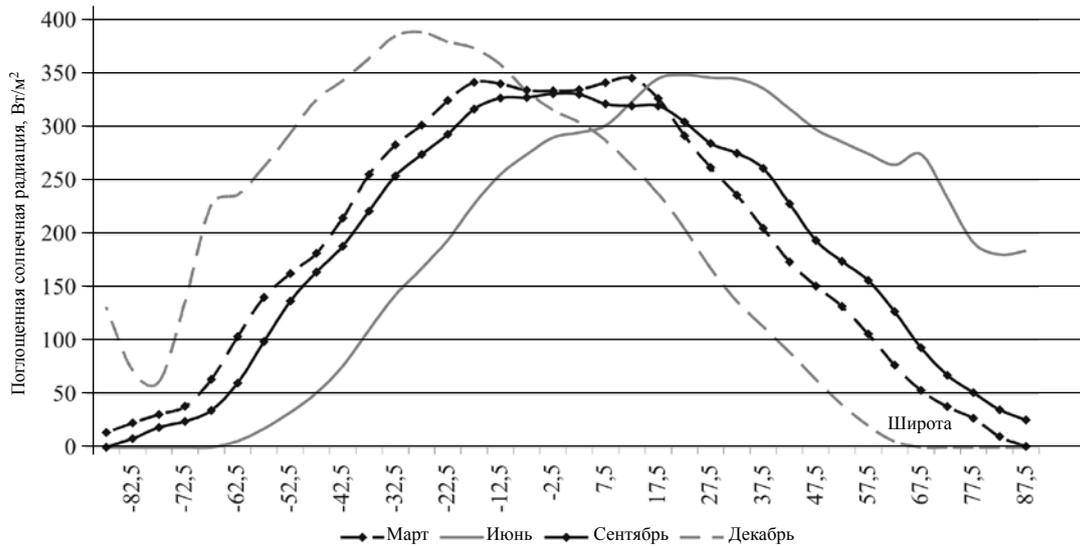


Рис. 8. Кривые распределения среднемесячной поглощенной солнечной радиации за 1987 г.

широтах $+15^{\circ} \dots +35^{\circ}$ не превышает 370 Вт/м^2 в 1976–77 гг. и 350 Вт/м^2 в 1987 г.

Иными словами, прослеживается та же разница между показаниями от двух ИСЗ. Только теперь данные ряды от «Nimbus-6» больше, чем от «Nimbus-7», что и должно быть из-за различия в величинах альбедо. Минимум поглощенной солнечной радиации приходится на околополярные широты, где значение альбедо максимально.

Для оценки вариаций глобальных величин поглощенной солнечной радиации, а также ее полушарных значений можно применить аналогичную методику, как и в случае с расчетами глобальных и полушарных величин альбедо. Используя те же значения среднемесячных величин зональных альбедо, можно записать следующие очевидные соотношения:

$$Q_{\text{ГЛ}} = \frac{1}{4\pi} \sum_{\theta_i=0^{\circ}}^{\theta_i=175^{\circ}} \omega_i E_i (1 - \alpha_i) \text{ — для глобального}$$

значения поглощенной радиации,

$$Q_{\text{NГЛ}} = \frac{1}{2\pi} \sum_{\theta_i=0^{\circ}}^{\theta_i=85^{\circ}} \omega_i E_i (1 - \alpha_i) \text{ — для Северного}$$

полушария,

$$Q_{\text{SГЛ}} = \frac{1}{2\pi} \sum_{\theta_i=90^{\circ}}^{\theta_i=175^{\circ}} \omega_i E_i (1 - \alpha_i) \text{ — для Южного}$$

полушария.

Здесь обозначения те же, что и в (2), а E_i – зональные величины приходящей радиации. Результаты расчетов были сведены в итоговую

таблицу. На основании этой таблицы были построены соответствующие графики (рис. 9), на которых показан внутригодовой ход глобальных значений поглощенной радиации, а также отдельно для Северного и Южного полушарий. В качестве примера взят 1987 год.

Глобальное значение поглощенной радиации в течение года меняется не очень сильно, что видно из рис. 9. Имеется два небольших максимума в марте и сентябре и минимум в июне-июле. На глобальное распределение поглощенной радиации большое влияние оказывают полушарные распределения. В Северном полушарии минимум значений приходится на зимние месяцы (декабрь-январь), а максимум – на летние (июнь-июль). В Южном полушарии также минимум значений приходится на зимние месяцы (июнь-июль), а максимум – на летние (декабрь-январь). Причем в Южном полушарии значение максимума больше, чем в Северном полушарии, а минимума меньше.

Уходящая длинноволновая радиация и ее вариации

Атласы УДР за 1979–1984 гг. [9] и 1985–1987 гг. [10] содержат карты глобального распределения УДР и таблицы сферических, гармонических коэффициентов на каждый месяц, кроме мая 1986 г. и октября, декабря 1987 г. В таблицах в нулевом столбце нулевой член дает среднеглобальные среднемесячные значения УДР (Вт/м^2), 1-й – разность среднеполушарных значений УДР (Вт/м^2), а 2-й – градиент экватор – полюс (Вт/м^2).

Непосредственно по среднеглобальным среднемесячным значениям УДР были построены графики внутригодовой вариации УДР (рис. 10). Данные приведены через год.

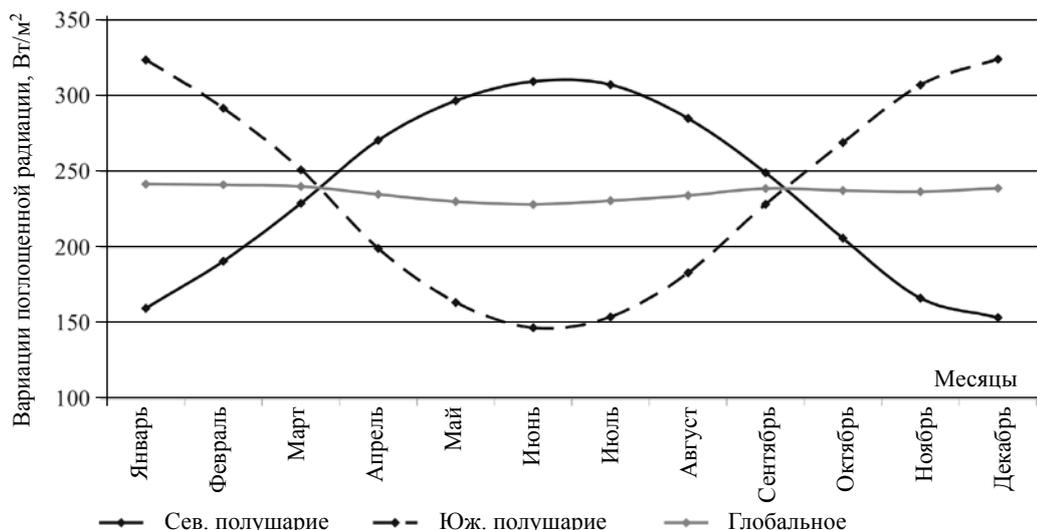


Рис. 9. Графики внутригодового хода среднемесячной поглощенной радиации за 1987 г.

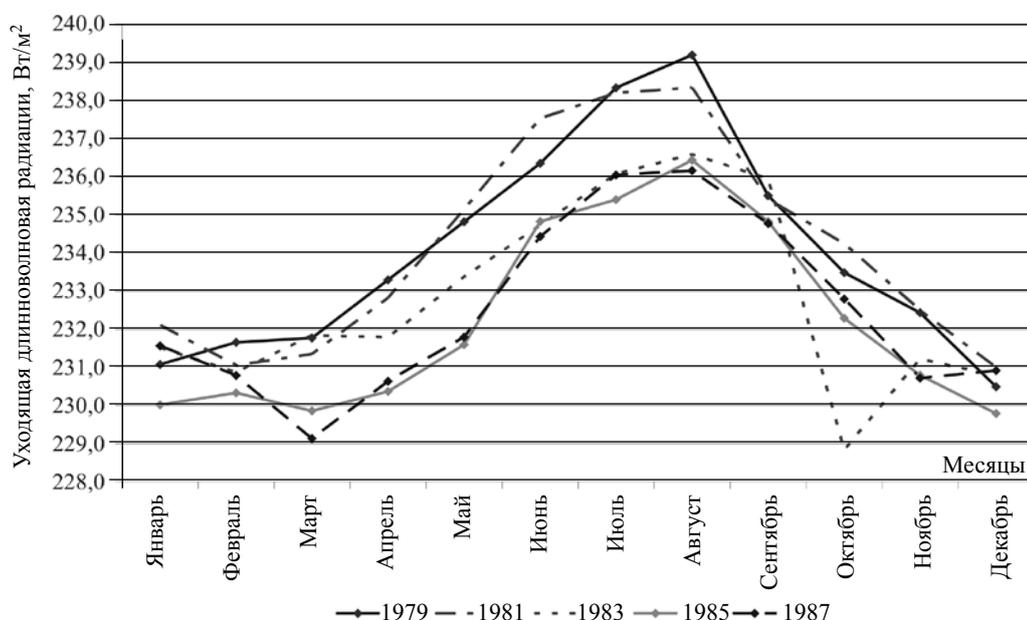


Рис. 10. Графики внутригодовой вариации УДР за 1979–1987 гг.

Из графиков (см. рис. 10) видно, что в холодное полугодие (ноябрь, декабрь, январь, февраль, март) наблюдаются минимальные среднелобальные значения УДР около 232 Вт/м². Максимальные величины около 238 Вт/м² наблюдаются в июне – августе. Это можно объяснить преобладанием материков в Северном полушарии, более нагретых летом, и преобладанием океанов в Южном полушарии.

Необычный ход УДР в 1983 г., возможно, объясняется развитием именно в этом году весьма масштабного явления Эль-Ниньо, что авторы атласов специально отмечали в тексте пояснений к ним.

Стоит отметить, что на этих графиках (см. рис. 10) вначале прослеживается тенденция к

уменьшению количества УДР (1979–83 гг.). Затем эта тенденция сошла на нет. Заметен также значительный разброс данных в феврале-марте месяцах.

Для того чтобы проследить межгодовую вариацию среднелобальных значений УДР, были найдены средние годовые значения УДР за весь период наблюдений. Максимум среднелобального УДР отмечается в 1980 г. со значением 234,53 Вт/м², затем значения плавно снижаются до минимума 232,21 Вт/м² в 1985 г. В 1986 и 1987 гг. происходит незначительный рост УДР до значения 232,8 Вт/м².

По имеющимся данным в атласах можно проследить внутригодовой ход разности среднелобальных значений УДР (СП-ЮП). Максимальная



разность УДР между полушариями достигает $+15,58 \text{ Вт/м}^2$ в июле 1979 г. (лето в Северном полушарии) и минимальная разность УДР – около 10 Вт/м^2 в январе 1979–1982 гг. (лето в Южном полушарии). Знак минус означает, что в указанный период УДР ЮП превосходит УДР СП.

Среднегодовые величины разности среднеполушарных значений УДР за весь период 1978–1987 гг. испытывают незначительные вариации в пределах всего около 2 Вт/м^2 , оставаясь все время положительными. Это говорит о том, что среднегодовые среднелобальные величины УДР СП всегда больше, чем у ЮП.

Одной из важных задач настоящего исследования было оценить вклад в УДР каждого из полушарий в отдельности. Эту задачу можно решить, используя имеющиеся в атласах данные о среднемесячных глобальных величинах УДР и о разности среднемесячных полушарных значений (УДР Северного минус УДР Южного полушарий). Мы применили следующую методику. Напишем формулу сохранения энергии:

$$4\pi R_E^2 L_{CP} = 2\pi R_E^2 L_N + 2\pi R_E^2 L_S,$$

где R_E – радиус Земли; L_{CP} – среднемесячное глобальное значение УДР; L_N – среднемесячное значение УДР Северного полушария; L_S – среднемесячное значение УДР Южного полушария. Тогда

$$2L_{CP} = L_N + L_S. \quad (6)$$

Обозначим через ΔL разность УДР Северного и Южного полушарий, имеющуюся в атласах:

$$\Delta L = L_N - L_S. \quad (7)$$

Из уравнений (6) и (7) получаем

$$L_N = 2L_{CP} - L_S \text{ и } L_N = \Delta L + L_S.$$

Отсюда выразим L_S : $L_S = L_{CP} - \frac{\Delta L}{2}$.

По этим формулам рассчитываются значения УДР для Северного и Южного полушарий. По полученным значениям УДР были построены графики изменений полушарных значений УДР (рис. 11). Данные внутригодовых вариаций через год приведены на рис. 11, что не меняет выводов.

Анализ рис. 11 позволяет сделать ряд заключений:

- амплитуда изменений УДР в СП значительно больше, чем ЮП. В Северном она достигает $16\text{--}17 \text{ Вт/м}^2$, а в Южном – около 6 Вт/м^2 . Очевидно, это следствие различия в поверхностях полушарий. На материках СП большую роль играют наступление и сход снежного покрова, чего нет в ЮП. Поверхность суши быстрее и сильнее прогревается, чем океан;

- отчетливо видно, что максимум УДР в СП приходится не на июнь, а на июль-август месяцы. Этот сдвиг почти в точности отражает поведение глобального альбедо СП (см. рис. 4 и 5), уменьшение которого в СП продолжается до августа месяца. А уменьшение альбедо приводит к росту поглощенной радиации и, соответственно, к росту УДР;

- так же отчетливо прослеживается снижение в СП уровня УДР с 247 Вт/м^2 в 1979 г. до 242 и менее Вт/м^2 в 1986–87 гг. При этом в ЮП уровень УДР практически остается одинаковым.

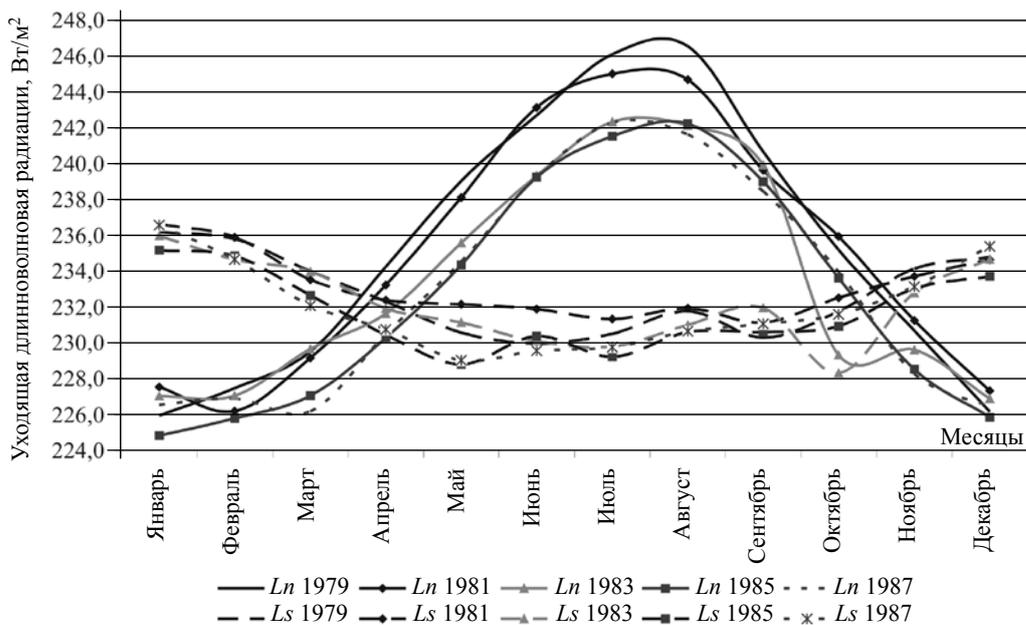


Рис. 11. Графики изменений полушарных значений УДР.



Таким образом, отмеченная ранее тенденция к снижению глобального значения УДР вызывается изменениями в СП;

– в обоих полушариях проявилось крупное изменение УДР в октябре 1983 г. Это свидетельствует о том, что масштабы явления Эль-Ниньо 1983–84 гг. таковы, что затронули оба полушария одновременно.

Радиационный баланс Земли по материалам атласов

После завершения всех изложенных выше исследований можно оценить выполнение условия равенства нулю среднеглобального среднего годового радиационного баланса Земли на ВГА. К сожалению, выбор данных весьма ограничен. Для спутника «Nimbus-6» есть данные об альbedo, по которым можно рассчитать поглощенную радиацию, но нет данных об УДР. Для ИСЗ «Nimbus-7» также есть данные об альbedo, но данные об УДР имеются за другой период. Есть всего два года, где имеются парные данные: 1986 и 1987 годы. Однако в 1986 г. нет данных за май месяц, а в 1987 г. за 2 месяца – ноябрь и декабрь. Но за 2 предыдущих года показания за эти месяцы были одинаковы с точностью менее 0,1%. Поэтому можно их использовать. С такими замечаниями результаты выглядят следующим образом.

Среднегодовое значение поглощенной радиации методом «свертки» (с формулой Миланковича) получается больше, чем методом радиационного воздействия на 7 Вт/м^2 . В 1987 г. УДР по данным атласа в среднем за год составляет $232,48 \text{ Вт/м}^2$, а рассчитанное значение методом «свертки» поглощенной радиации – $236,2 \text{ Вт/м}^2$. Разница всего 1,5%. С правдоподобными коррекциями в 1986 г. величина разницы тоже близка к этому. Можно считать, что для ИСЗ «Nimbus-7» РБЗ за эти годы близок к нулю.

А для ИСЗ «Nimbus-6» картина иная. УДР с течением времени изменялась незначительно. Но при любой возможной экстраполяции на 1975–77 гг. УДР оказывалась меньше поглощенной радиации на 6–8%. По-видимому, это следствие отмеченного ранее различия в альbedo по данным «Nimbus-6» (меньше на 5 единиц, чем у «Nimbus-7»).

Библиографический список

1. Склярков Ю.А., Бричков Ю.И., Воробьев В.А. и др. Аэростатные измерения уходящей коротковолновой радиации // Исследование Земли из космоса. 1994. № 1. С. 11–20.
2. Склярков Ю.А., Бричков Ю.И., Воробьев В.А., Котума А.И. Измерения уходящего коротковолнового излучения и альbedo радиометром ИКОР с ИСЗ «Метеор-3» № 7 // Там же. 1999. № 2. С. 15–26.
3. Семенова Н.В. Уходящая коротковолновая радиация и альbedo на верхней границе атмосферы по наблюдениям с гелиосинхронного ИСЗ «Ресурс-01» № 4: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 2003. 27 с.
4. Склярков Ю.А., Котума А.И., Семенова Н.В. и др. О построении карт глобального распределения альbedo по наблюдениям радиометра ИКОР с гелиосинхронного ИСЗ «Ресурс-01» № 4 // Исследование Земли из космоса. 2003. № 3. С. 14–21.
5. Склярков Ю.А., Бричков Ю.И., Фомина Н.В. и др. Определение среднесуточных величин альbedo с использованием спутниковых направленных моделей // Там же. 2005. № 3. С. 13–21.
6. Склярков Ю.А., Бричков Ю.И., Фомина Н.В. и др. Оценка наблюдаемости земной поверхности для надирных радиометров с различных ИСЗ // Там же. 2006. № 2, С. 1–8.
7. Smith G.L., Rutan D., Bess T.D. Atlas of albedo and absorbed solar radiation derived from Nimbus 6 Earth radiation budget data set – July 1975 to May 1978. NASA Ref. Publ. – 1230. Washington, 1990. 86 p.
8. Smith G.L., Rutan D., Bess T.D. Atlas of albedo and absorbed solar radiation derived from Nimbus 7 Earth radiation budget data set – November 1985 to October 1987. NASA Ref. Publ. – 1281. Washington, 1992. 55 p.
9. Bess T.D., Smith G.L. Atlas of wide-field-of-view outgoing longwave radiation derived from Nimbus 7 Earth radiation budget data set – November 1978 to October 1985. NASA Ref. Publ. – 1186. Aug. Washington, 1987. 174 p.
10. Bess T.D., Smith G.L. Atlas of wide-field-of-view outgoing longwave radiation derived from Nimbus 7 Earth radiation budget data set – November 1985 to October 1987. NASA Ref. Publ. 1261. June. Washington, 1991. 52 p.
11. Suttles J.T., Green R.N., Minnis P. et al. Angular radiation models for Earth-atmosphere system. NASA Ref. Publ. – 1184. Washington, 1988. 145 p.
12. Склярков Ю.А. Радиационные воздействия на климатическую систему и их роль в формировании климата // Современные глобальные и региональные изменения геосистем: Материалы Всерос. науч. конф., посвященной 200-летию Казанского университета. Казань, 2004. С. 381–383.



УДК 528.833

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ ВЕЛИЧИН АЛЬБЕДО В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Ю.А. Складаров, Н.В. Фомина, А.И. Котума, Н.В. Семенова

Саратовский государственный университет,
кафедра метеорологии и климатологии
E-mail: kafmeteo@sgu.ru,

Статья является продолжением опубликованной ранее работы и излагает особенности метода определения среднесуточного альbedo в высоких и околополярных широтах. Приводятся примеры расчетов.

Ключевые слова: среднесуточное альbedo, бин, широта, склонение Солнца, полярный день.

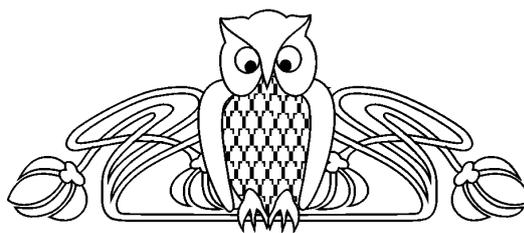
Concerning the Peculiarities in Determination of Daily Averaged Albedo in High Latitudes

Yu.A. Sklyarov, N.V. Fomina, A.I. Kotuma, N.V. Semenova

The paper is continuation of a work, published earlier and gives the details of the method of determination of daily averaged albedo values in high and nearpolar latitudes. The examples of calculations are given.

Key words: Daily averaged albedo, bin, latitude, declination Sun, polar day.

В работе [1] изложена методика определения среднесуточных величин альbedo с использованием моделей направленного альbedo США [1–3], показывающих зависимость величин альbedo для 12 выбранных моделей (сцен) от зенитного угла Солнца (ЗУС). Основная идея предложенного метода заключается в нахождении суточного осредненного фактора. Для учета зависимости альbedo любой модели от ЗУС небесная сфера над измеряемой площадкой разделена на бины по зенитному углу Солнца – от зенита до горизонта. При этом угловая ширина бинов по зенитному углу определяется так, что разность косинусов зенитного угла для верхней и нижней границ бина составляет 0,1. Это дает 10 бинов, ширина которых соответственно уменьшается от зенита (бин № 1, интервал ЗУС составляет 0–25,84°) до горизонта (бин № 10, интервал ЗУС 84,26–90,00°). При этом величина альbedo в зависимости от ЗУС $\alpha(Z_{\odot})$ в пределах бина принимается одинаковой и рассчитывается по среднему значению косинуса для данного бина. Например, расчеты альbedo для бина № 4 (косинусы верхней и нижней границ 0,7 и 0,6) производится со значением косинуса 0,65. В работе достаточно подробно описана структура американских моделей направленного альbedo и рассмотрен ход их использования для оценки среднесуточных величин альbedo. При измерениях уходящей коротковолновой радиации (УКР) со



спутника, с учетом момента времени измерения, координат рассматриваемой площадки (центра ячейки выбранной сетки на верхней границе атмосферы) определяется конкретная величина альbedo такой площадки. Это – мгновенное значение альbedo, относящееся к конкретному значению ЗУС в момент измерения. Такие величины представляют интерес для ряда конкретных задач. Однако для использования в климатических исследованиях нужны сведения о среднесуточных (учет изменений, связанных с сильным суточным циклом) среднемесячных величинах альbedo. Именно эти величины позволяют рассчитывать энергетические потоки за сутки, месяц и далее среднегодовые. Очевидно, что мгновенная величина альbedo относится только к данному Z_{\odot} в момент измерения. А в течение суток Солнце может проходить над данной площадкой целый ряд бинов, начиная с момента восхода (10-й бин) и до некоторого бина, в котором Солнце находится в момент верхней кульминации.

ЗУС легко определяется для этого момента по известной формуле для зенитного расстояния светила в верхней кульминации. Если $Z_{\odot}^{B.K.}$ – зенитный угол Солнца в этот момент, φ – географическая широта рассматриваемой площадки, δ – склонение Солнца, то имеем

$$Z_{\odot}^{B.K.} = \varphi - \delta,$$

либо для низких широт при $\delta > \varphi$:

$$Z_{\odot}^{B.K.} = \delta - \varphi.$$

У низких приэкваториальных широт небесный экватор пересекает меридиан недалеко от зенита. Суточные параллели Солнца могут проходить в пределах бина № 1. Тогда над площадкой в такой широтной зоне Солнце от восхода до кульминации будет проходить через все 10 бинов. А зависимость величины альbedo от ЗУС, согласно моделям, весьма значительна [1, 3]. Например, для сцены «океан, ясно» (т.е. практически безоблачное небо над океаном) альbedo изменяется от 7,6% (бин № 1, Солнце вблизи зенита) до 33,4% (бин № 10)! Иными словами, альbedo одной и той же площадки меняется в течение дня (ночью не измеряется) в 4,4 раза! Даже для самой «гладкой» модели «сплошная облачность» изменение альbedo составляет 1,5 раза. Таким образом, если для расчетов отраженных или поглощенных потоков использовать мгновенное измеренное значение альbedo, то при оценке среднесуточных или среднемесячных величин легко впасть в ошибку.



Например, мгновенное альbedo получено при высоком Солнце, пусть в бине № 2 (до $Z_{\odot} \approx 37^{\circ}$). Для нашего примера с моделью «океан, ясно» это будет 8,2%. А Солнце пройдет от восхода все бины до № 2 (или даже № 1) включительно. Для бина № 10 альbedo площадки равно 33,4%. Следовательно, за счет больших альbedo для низких высот Солнца среднесуточное альbedo будет иметь существенно большую величину, чем 8,2% в момент измерения.

В работе [1] рассмотрена в деталях процедура получения среднесуточных величин альbedo для всех широт, при которых наблюдаются восходы и заходы Солнца. Тогда моменты восходов-заходов $t_{в.з}^{\odot}$ рассчитываются по известной формуле

$$\cos t_{в.з}^{\odot} = -\operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{tg}\delta, \quad (1)$$

где $t_{в.з}^{\odot}$ – часовой угол Солнца в моменты восхода, либо захода; $t_{в.з}^{\odot}$ со знаком «+» дает часовой угол захода $t_{з}^{\odot}$, а $t_{в.з}^{\odot}$ со знаком «-» соответствует часовому углу восхода (по правилам астрономии). Для получения среднесуточного значения альbedo надо найти средневзвешенную по инсоляции величину альbedo из всех его величин в бинах, которые проходит Солнце от восхода до кульминации (из-за симметрии суточной параллели Солнца по отношению к меридиану можно брать только ее половину). Очевидно, что весовые коэффициенты альbedo бинов будут пропорциональны времени нахождения Солнца в соответствующем бине. А сумма таких промежутков Δt_b^i будет равна часовому углу восхода (или захода) Солнца. Найти Δt_b^i можно, используя известное соотношение для расчетов часового угла Солнца:

$$\cos t_{\odot} = \frac{\cos Z_{\odot} - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta}. \quad (2)$$

Находя часовой угол t_b^i для нижних границ бинов, получим $\Delta t_b^i = t_b^i - t_b^{i-1}$; t_b^i – часовой угол нижней границы i -го бина, а t_b^{i-1} – то же для нижней границы $(i-1)$ -го бина. Здесь нумерация бинов идет по нижним границам.

Это соответствует нумерации бинов, принятой в моделях. Например, бин №10 имеет нижнюю границу то же $i=10$. Солнце в нем находится от восхода до пересечения нижней границы $(i-1)$ -го бина, т.е. 9-го и т.д. Определяя t_b^{10} по формуле (1), а t_b^9 по формуле (2), получим промежуток времени нахождения Солнца в бине № 10: $\Delta t_b^{10} = t_b^{10} - t_b^9$. Далее по формуле (2) аналогично определяются все остальные Δt_b^i , используя табличные значения зенитного угла Z_b^i нижних границ бинов [1, 3]. Очевидно, что наиболее высоким бином, в котором может находиться Солнце для данной широты φ , склонения δ , будет бин, где Солнце

кульминирует. Из условия $Z_{\odot}^{в.к.} = \varphi - \delta$ либо $Z_{\odot}^{в.к.} = \delta - \varphi$ находится минимальное значение Z^{\min} Солнца в верхней кульминации. Ближайшая к нему граница бина с большим значением зенитного угла Z_b^{\min} и есть нижняя граница бина. Промежуток времени пребывания в этом бине равен непосредственно часовому углу $t_b^i(\min)$, поскольку в момент верхней кульминации часовой угол Солнца равен нулю.

В работе [1] изложены подробности примененного метода. В частности, для учета конкретного значения альbedo в момент измерения $a(Z_{\odot})$, а не среднего по бину, использованы нормированные величины модельных альbedo. Приведены примеры расчетов, карты глобальных распределений среднемесячных альbedo и др.

Мы уже отмечали, что предложенная методика расчетов среднесуточного значения альbedo охватывает все случаи сочетаний широт и склонений Солнца, при которых происходят его восходы и заходы. Однако в высоких и особенно приполярных широтах в различные времена года (влияние годовых изменений склонения Солнца в пределах от $-23^{\circ}27'$ до $+23^{\circ}27'$, т.е. подсолнечная точка перемещается по поверхности Земли почти на 47°) восходы и заходы отсутствуют. Очевидно, изложенная выше методика требует доработки.

Рассмотрим в общем виде особенности суточного движения Солнца на приполярной широте с тем, чтобы потом использовать их для решения задачи получения среднесуточных значений альbedo и обсуждения других вопросов.

Часть небесной сферы над площадкой с географической широтой φ , которая выбрана достаточно высокой, чтобы продемонстрировать особенности суточного движения Солнца в высоких широтах, изображена на рис. 1.

На рис. 1 показаны необходимые углы: широта $\varphi = \angle PON$ и равные ей или зависящие от нее углы; склонение Солнца δ ; суточная параллель Солнца при склонении равном δ . При таком склонении Солнце нигде не касается математического горизонта (круг SEN на лицевой стороне), кульминирует в нижней кульминации над точкой севера N , что видно из рис. 1. Это тот самый случай, когда Солнце не заходит, а кружит над горизонтом. После дня весеннего равноденствия ($\delta=0$, Солнце восходит в точке востока E , день равен ночи, так как зайдет оно в этот день в точке запада, т.е. половина суточной параллели над горизонтом и половина под горизонтом), продолжая движение по склонению к северу, Солнце через некоторое время в нижней кульминации коснется точки севера N . Точки восхода от точки E движутся к точке N , день продолжает увеличиваться и в момент касания в нижней кульминации точки N станет равным 24 часам (12 часов от нижней до верхней кульминации и столько же от верхней до нижней). С этого момента начинается полярный

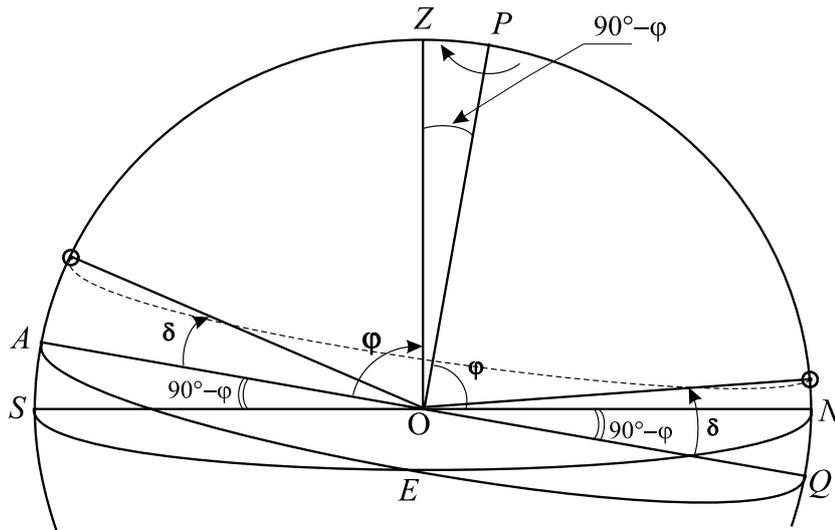


Рис. 1. К вопросу о полярном дне

день для широты φ , так как до 22 июня Солнце продолжает уходить к северу вплоть до склонения $+23^\circ 27'$. Это день летнего солнцестояния. Затем явления повторяются в обратном порядке. В некоторый день Солнце снова коснется горизонта в нижней кульминации, полярный день закончится, начнется период восходов и заходов. Оценить продолжительность полярного дня несложно. Из рис. 1 видно, что при нижней кульминации Солнца в точке N выполняется условие: $\delta_n = 90^\circ - \varphi$. Например, пусть $\varphi = 80^\circ$, тогда склонение δ_n , обеспечивающее минимальную продолжительность полярного дня в 24 часа, будет $\delta_n = 10^\circ$. По таблице склонений из астрономического ежегодника [4] находим, что этому склонению соответствует дата 16 апреля. Этому же склонению после дня солнцестояния соответствует дата 28 августа. Таким образом, для широты 80° полярный день длится от 16 апреля по 28 августа. В этот период, более 4-х месяцев, Солнце на данной широте не заходит, методика расчетов среднесуточного альбедо [1] к данной ситуации неприменима, не действует формула (1), во всяком случае требуется коррекция.

Из проведенного обсуждения также следует, что условием для незаходящего Солнца будет следующее: $\delta \geq 90^\circ - \varphi$, а для заходящего и восходящего – $\delta < 90^\circ - \varphi$. Так как предельное положительное склонение Солнца в день солнцестояния в нашу эпоху равно $+23^\circ 27'$, то можно легко найти широту, начиная с которой появляются полярные дни. Очевидно, что это будет условие $90^\circ - \varphi_n = 23^\circ 27'$, откуда $\varphi_n = 90^\circ - 23^\circ 27' = 66^\circ 33'$. Это и есть широта северного полярного круга φ_n . Именно на этой широте теоретически один раз в году, 22 июня, Солнце не заходит, а лишь касается горизонта в точке севера N . Таким образом, широта полярного круга является пределом, до которого в течение всего года применима методика, разработанная в [1], так как до этой широты

всегда существуют восходы-заходы Солнца и действует формула (1).

Отметим еще одно обстоятельство. Рассмотрим ситуацию с верхними кульминациями Солнца (слева на рис. 1, над точкой юга S). После 22 июня высота Солнца в верхней кульминации ежедневно уменьшается, $Z_{\odot}^{в.к.}$ растет. 23 сентября Солнце кульминирует в точке A , на небесном экваторе, день равен ночи. Перейдя в Южное полушарие Солнце 22 декабря достигнет склонения $-23^\circ 27'$. Но если широта равна $\varphi_n = 66^\circ 33'$, то склонение точки юга S с учетом знака (Южное полушарие), т.е. угол $\angle AOS$, тоже равно $(90^\circ - \varphi) = -23^\circ 27'$. Таким образом Солнце в верхней кульминации попадает в точку юга снизу, из-под горизонта. Восхода не будет, вся суточная параллель Солнца пройдет под горизонтом. Следовательно, полярный круг – это географическая параллель, на которой Солнце один раз в год не заходит (22 июня) и один раз в год не восходит (22 декабря). Поскольку в Южном полушарии ситуация симметрична и обратна по отношению к временам года, то и Южный полярный круг играет точно такую же роль для южных широт.

Подведем некоторые итоги.

1. В зоне широт от южного до северного полярных кругов для любой широты и любого склонения Солнца (любого времени года) в каждый день года имеются восход и заход Солнца. Формула (1) действует, следовательно, действует и методика расчетов среднесуточного альбедо [1].

2. В приполярных широтах количество дней явлениями восход-заход сокращается на столько, на сколько появляется дней без заходов Солнца (полярный день). Это следует из выполнения условия $\delta > 90^\circ - \varphi$. Пример расчета был приведен выше.

3. При приближении к полюсу убывает величина $90^\circ - \varphi$ и растет число дней полярного дня. Если $\varphi = 90^\circ$, т.е. площадка находится на полюсе, то



$$\bar{E} = \frac{E_0}{r^2 \pi} \cos Z_{\odot}.$$

Формула напоминает общую формулу падения радиации на поверхность. Она уменьшается пропорционально косинусу угла падения лучей с нормалью к поверхности. Все вышеизложенные соображения учтены при доработке программы расчетов.

Библиографический список

1. Скляр Ю.А., Бричков Ю.И., Фомина Н.В. и др. Определение среднесуточных величин альбедо с использованием спутниковых направленных моделей // Исследование Земли из космоса. 2005. № 3. С. 13–21.
2. Suttles J.T., Green R.N., Minnis P. et al. Angular radiation models for Earth-atmosphere system. NASA Ref. Publ. 1184. Washington, 1998. 145 p.
3. Скляр Ю.А., Бричков Ю.И., Воробьев В.А. и др. Аэростатные измерения уходящей коротковолновой радиации // Исследование Земли из космоса. 1994. № 1. С. 11–20.
4. Астрономический календарь на 1993 г. / Под ред. Д.Н. Пономарева. М., 1992. 288 с.
5. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.; Л., 1939. 208 с.



ГЕОЛОГИЯ

УДК 55(072.8)

АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ВЫСШЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Е.М. Первушов, Е.Н. Волкова¹, Л.И. Ермохина

Саратовский государственный университет,
кафедра исторической геологии и палеонтологии,
¹кафедра геофизики
E-mail: pervushovem@mail.ru

Высшая школа, и в частности профессиональное геологическое образование, проходит период существенной структурной и содержательной перестройки. Рассматривается современное состояние компонентов высшего профессионального образования, изложены представления об уходящих компонентах этой системы и о том, что, возможно, приходит им на смену.

Ключевые слова: высшее образование, профессиональное геологическое образование, студенты, преподаватели, потребители, заказчики.

Aspects of Modern Higher Education

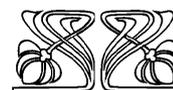
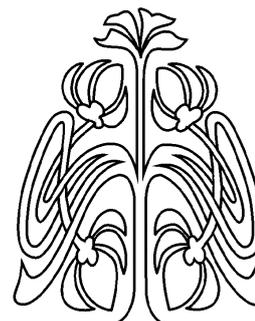
E.M. Pervushov, E.N. Volcova, L.I. Ermokhina

High school and specifically – professional geological education go through the period of essential structural and profound reformation. The modern state of components of higher professional education has been considered. The ideas about disappearing components of this system and probably the fact that can change them have been stated.

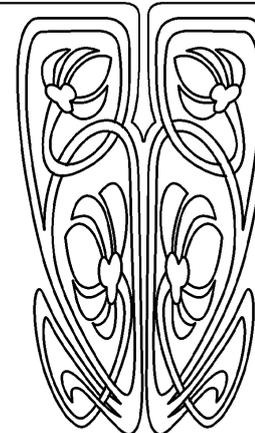
Key words: higher education, professional geological education, students, teachers, consumers, customers.

Предвосхищая суть. Анализ представлений о меняющейся ситуации в высшей геологической школе периодически востребуется для некоторого соотношения видения положения в высшей школе в конкретный момент времени на уровне профессиональных сообществ – профессиональных геологов и преподавателей-геологов [1–6]. Основанием для подобного соотношения взглядов потребителей и производителей выпускников геологических вузов (факультетов университетов) обычно являются некие событийные явления, в той или иной степени сказывающиеся и на содержании высшего профессионального образования. Событием настоящего времени является завершение подготовки традиционных специалистов «советского» образца – с пятилетним, достаточно специализированным, образованием и повсеместный безоговорочный переход на двух уровневую (бакалавр – магистр) подготовку по направлению «Геология» с некоторыми вариациями «классического» университетского и «технического» образования.

Представляя, до некоторой степени, сложный взаимосвязанный комплекс социальных, финансово-экономических и производственных проблем, обусловивших изменение парадигмы в российском высшем образовании и многообразии задач, связанных с реализацией подобных видоизменений в обществе на длительную перспективу, мы в данном случае рассматриваем лишь общие представления о состоянии компонентов учебного процесса: абитуриентов и студентов, сотрудников высшей школы и учебно-методической базы, профессиональных научно-производственных организаций. При этом следует учитывать, что познание новых отношений и ситуаций, проявившихся за последние 15–20 лет, неизбежно происходит на фоне воспринятых положений и требований, формировавших профессиональную геологическую среду



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





на протяжении последней трети XX века. Иными словами, в данный момент еще возможно провести некие сравнения в отношении требований к студентам и выпускникам вуза и к сотрудникам геологического факультета, хотя, скорее всего, эти сравнения могут иметь только исторический или даже ностальгический оттенок на фоне истории выкорчевывания очередного «вишневого» сада.

Безусловно, изменения, происходящие в высшей профессиональной школе и тем более в геологической, это лишь частный отблеск грандиозных кардинальных процессов, происходящих в российском обществе, участниками которых нам довелось стать. Находящимся в самой гуще образовательного процесса обычно не дано или очень трудно представить себе суть всего происходящего, что возможно со стороны и/или со временем, поэтому представляем отдельные мазки большой картины «высшего геологического образование» изнутри, окуная кисти в свои эмоции и впечатления, нервы и некоторый опыт, приобретенные за время работы на геологическом факультете Саратовского госуниверситета.

Думы о былом. Вероятно, наивысшая и стабильная форма существования геологического образования характерна для 60–70-х гг. XX века. Некоторые изменения, обусловленные модификацией и сокращением структуры подготавливаемых специальностей, происходили с середины 70-х годов. Относительно консервативное содержание общего геологического образования сохранялось до конца 80-х годов.

Контингент студентов был достаточно постоянным и ровным, для отслуживших в армии ребят существовало годичное подготовительное отделение. Среди поступающих обычно доминировали парни, значительное место занимали потомственные геологи, дети и внуки геологов-производственников. Сохранявшийся с 60-х гг. налет романтизма и практической деятельности на просторах необъятной страны способствовал поддержанию конкурса при поступлении, а высокая требовательность по общеобразовательным, да и геологическим дисциплинам способствовала подготовке квалифицированных кадров, готовых к практической работе. Существенным вкладом в реальное качество будущего геолога являлось широкое использование полевых учебных практик на протяжении всего обучения и активное привлечение студентов начиная с первого курса к работе полевых тематических и геологическо-съемочных партий [7–9]. Заметна была и профессионально-ориентационная роль эпизодически действовавших школ и секций юных геологов, выпускники которых обычно были яркими, заметными членами студенческих коллективов.

Высокие, порой суровые, внутренние, исключительно профессиональные представления о профессорско-преподавательском составе формировались, по-видимому, из нескольких составляющих. Значительная часть наших учителей

– это ветераны Великой Отечественной войны, привнесшие некоторую военную «строгость спроса со студентов» и того периода времени, которое им пришлось пережить. Кроме того, все они являлись истинными полевыми, работавшими со студенчества в полевых изыскательских партиях геологами, начальниками отрядов, а то и партий с большим количеством подчиненных, среди которых часто были бывшие заключенные. Эти преподаватели могли преподнести содержание той или иной учебной дисциплины по анализу своей полевой работы в том или ином регионе страны. Обладание реальным производственным, полевым опытом геологических исследований было характерно для большей части преподавателей того времени, что позволяло коллективу сотрудников сохранять и поддерживать высокий профессиональный уровень как в дискуссиях, защитах диссертаций, так и при подборе новых кадров и, возможно, самое главное, создавать высокий уровень профессиональной среды, в которой «варились» все студенты.

В условиях плановой экономики, достаточно жестко регламентированной деятельности подразделений вузов обеспечение добротной учебной литературой было, по сравнению с настоящим временем, на должном уровне. В первой половине 80-х гг. по некоторым учебным дисциплинам почти одновременно вышло несколько учебников, что давало возможность студентам ознакомиться с различными точками зрения авторов. Обеспеченность полевым оборудованием и материалами для лабораторных заданий (картографического и иного графического свойства) также была достаточной с учетом централизованной системы выделения и финансовых средств, и материальных ценностей. До некоторого времени оборудование, которым располагали геологические факультеты, выпускающие (профилирующие) кафедры, во многом соответствовало или было близко к тому, что имелось в производственных и научно-исследовательских организациях. При этом следует учитывать, что практически все оборудование было отечественным, а международные научные отношения обычно ограничивались общением с представителями стран социалистического содружества.

Строго ограниченный контингент студентов только дневного отделения, неукоснительно выполнявшие ограничения по использованию академического отпуска, а также существование некоторого гарантированного выбора места работы при успешной учебе – все это способствовало выработке с каждым последующим курсом некой внутренней самодисциплины среди студентов. Заметных проблем с трудоустройством не было, студенты за время учебных и производственных практик имели возможность определиться со сферами деятельности. Предприятия-потребители выпускников практически не вмешивались в суть учебных планов, но следует отдать должное тому,



как их специалисты делились опытом своей производственной и научной деятельности со студентами в течение последнего семестра.

Современные родители и абитуриенты. В настоящее время по результатам поступления в вуз часто наблюдается неудачное сочетание представлений родителей и абитуриентов о профессиональном выборе – весьма здоровый прагматизм членов семейно-рыночного общества в представлениях о доходах представителей профессии сочетается с отсутствием малейших представлений о выбранном профессиональном пути. В последнем случае речь уже идет не о наличии у абитуриента каких-то навыков или увлечений, приобретенных в школах «юных», а об абсолютном непонимании реально существующей специфики геологического производства. Иллюстрируют это обстоятельно следующие примеры. Большинство направленных родителями студентов не имеют никаких представлений о геологии, даже о каких-то ее романтических аспектах, кроме основного – нефтяники – самые богатые люди страны, при этом, в силу незнания сути, они не видят существенной разницы между специалистами геологами и нефтяниками, тем более остальными геологическими профессиями. Второй пример, конечно, одиозный и от того показательный: после отмены ряда медицинских ограничений по поступлению на те или иные факультеты, родители одного из абитуриентов, имеющего диагноз детский церебральный паралич, долгое время настаивали на принятии его документов на специальность «Геология нефти и газа». Единственным аргументом, сумевшим изменить мнение родителей о возможности их сына самому обеспечивать достойный доход на этом профессиональном пути, стало обсуждение того, как будущий студент будет проводить полевые практики, в том числе и по бурению, в которых родители не участвуют.

Следует заметить, что представления о геологическом строении Земли и о геологии в целом у выпускников школ не заложены изначально, что, собственно, было и в прежние, советские, годы. Но теперь поступающие на геологический факультет даже и не задумываются о том, что же это такое – «геология» и что надо бы знать для овладения будущей профессией. Поэтому в дальнейшем значительные трудности у студентов возникают в освоении не только фундаментальных дисциплин естественно-математического цикла, но и базирующихся на данных знаниях общепрофессиональных дисциплин. Попытки возродить профессиональную ориентационную работу в тех или иных форматах, в том числе и в виде проведения факультетских дней открытых дверей, закончились в первой половине 90-х гг., когда резко вырос и до настоящего времени сохраняется конкурс на ряд геологических специальностей.

Инфантильность большей части абитуриентов в выборе профессионального пути в дальнейшем усугубляется несамостоятельностью

в учебном процессе, так как многие проблемы не учебы, а успеваемости («чтобы не отчислили») этого студента решают все те же родители. Очевидна семейная или социальная настроенность части студентов в претензиях на занятие значительных профессиональных должностей и получение значительных доходов, о которых они «наслышаны». Но при этом желания испытать, прикоснуться к роднику знаний, в том числе и профессиональных, они практически не испытывают. Абитуриенты и их родители осознают, что в современном российском обществе нет былой зависимости между качеством подготовки, уровнем способностей выпускника вуза и тем социальным и профессиональным местом, которое он сможет занять в процессе жизнедеятельности. Знания иных механизмов продвижения на жизненном и профессиональном пути, видимо, убирают с тернистого пути будущих студентов стремление к повышению общего уровня культуры и профессионального мастерства. При поступлении в вуз семья решает одну из формальных задач, выдвигаемых обществом: хочешь получить шанс продвигаться к солнцу общественных благ – получи диплом о высшем образовании.

Современная студенческая среда. Эта важнейшая составляющая учебного процесса, формирующая один из стержней существования зрелого общества, в настоящее время отличается значительной изменчивостью на протяжении относительно короткого времени. Если изначально качество абитуриентов и уровень подготовленности к дальнейшему обучению снизились, по сравнению с 70–80-ми гг. прошлого века, то сохранилась возможность для каждого студента, в частности, благодаря и новым образовательным стандартам начать учебу в вузе независимо от уровня имеющейся подготовки. Если в прежние годы подобные положительные явления происходили благодаря появлению абитуриентов в новой среде, желанию научиться профессиональным навыкам, уровню и стилю общения в преподавательской среде университета, то сейчас и в обучении заметно проявляется тенденция переделать и учебный процесс, и преподавателей под уровень восприятия действительности некоторыми студентами.

Безусловно, кардинальные изменения ценностных ориентиров российского общества, произошедшие за последние двадцать лет и продолжающиеся в настоящее время, наиболее ярко отразились и воплотились в представителях новых поколений. Большинство представителей современного студенчества, действительно, во многом представляют себя свободными и технически оснащенными, но часто эти представления обманчивы. За распространенным стилем якобы легкого общения и свободного высказывания мнений часто скрывается неумение студентов ни общаться с представителями иных социальных групп и иных поколений, ни использовать нако-



пленный многими поколениями опыт и знания в профессиональной и других социальных сферах. Вершиной общения многих студентов обычно выступает сотовый телефон, а если он же и с видеокамерой, да и с микрофоном, то видимая самооценка значимости члена сообщества возрастает.

Студенты конца 90-х гг. были куда более заинтересованы в обыденном и профессиональном общении с оргтехниккой и появляющимися компьютерными программными пакетами, чем представители студенчества первого десятилетия XXI века. По-видимому, это обычное и во многом нормальное явление быстрого технологического окружения человека, когда его представители с юных лет умеют правильно нажимать кнопки, не представляя себе сути устройства техники и алгоритмов ее действия в разных ситуациях. Студенчество и здесь показывает себя весьма адаптивной частью человечества, прагматично приспособив достижения предшествующих поколений в интересах имитации обучения. Ярким примером является использование простейшей множительной техники, особенно во время сессии, когда очереди студентов выстраиваются за копированием лекций и реже учебно-методических разработок. Логика «ксерокса», в разных вариантах, проникла в выполнение многих графических лабораторных заданий, когда работа одного из успешных студентов размножается как источник верного решения. Беда заключается в том, что именно логика «ксерокса», накрепко заложенная в мышлении и в действиях будущего специалиста, препятствует появлению новых, прорывных идей и инновационных разработок, а деятельность руководителя и сотрудников неизбежно сводится к копированию и тиражированию чужих устаревших достижений.

Безусловно, на качественное снижение профессионального геологического и общественного содержания выпускника вуза, помимо многих прочих причин, существенно влияет возложенная на вузы более двадцати лет назад социальная задача максимально убрать с улиц выпускников школ и техникумов (колледжей) и как можно дольше удерживать их значительное число в подразделениях вуза, тем более что этот процесс сопровождался новым нарастающим общественным явлением – коммерческой, платной формой обучения. Данное направление, призванное спасти вузы от нищеты, и избавить родителей, имеющих большие доходы, якобы от проблем, связанных с поступлением и обучением детей за их счет, опять-таки дало своеобразные проявления.

В частности, вместо требований о качестве и доступности предоставляемых знаний преподаватели слышали в основном претензии одного свойства: «Мы вам деньги платим, а вы детей выгоняете». Многие родители и студенты вновь восприняли все по-своему и стремятся переделать и этот мир под себя, ставя в обязанность

преподавателям не создавать проблем ни им, ни детям, так как они оплачивают учебу. Противоположные убеждения сотрудников вуза, касающиеся того, что, оплачивая услуги, родители должны их (услуги) требовать с преподавателей, обычно не находят понимания в среде родственников «внебюджетного» студента.

Значительный рост контингента студентов за счет расширения спектра специальностей и направлений дневной бюджетной и коммерческой формы обучения, коммерческих и бюджетных заочников и коммерческих «ускоренников» – это одно из проявлений стремления преподавателей в конце концов заработать на своей профессиональной «нише», которое подстегивалось наблюдениями коллег – «как это делают в других вузах» – и не могло не способствовать усугублению тенденции к снижению уровня подготовки студентов.

В больших группах практически невозможен индивидуальный процесс обучения, хоть какого-то персонального общения преподавателя и студента, совместного освоения объектов профессиональной деятельности – карт, образцов, проведения аналитических и иных камеральных исследований. Большое число студентов способствует срабатыванию рефлекса «стадности», когда студенты, по сути, прячутся друг за друга, принимая общий низкий уровень собственной подготовленности за некий средний уровень группы, представляя свои проблемы как общие, групповые, за которые уже может нести ответственность преподаватель: «Не можем же мы все не понимать это задание (предмет)». На этом достаточно сером фоне традиционных студентов «госзаказа» – «трешников» – трудно пробиваться, показывать свои знания безусловно имеющимся талантливым и очень способным личностям.

Обучение современных заочников, особенно сокращенной формы, является очень ярким примером первоначального несоблюдения установленных требований к «абитуриентам» данной категории и прогрессирующего несоответствия процесса обучения ожиданиям общества, производства в частности. Считается, что по заочной форме могут обучаться студенты, уже работающие по данному направлению (профессии), а ускоренная форма разрешена лишь для студентов, ранее окончивших вуз по одной из специальностей данного профиля (направления). Опыт общения со студентами-заочниками показывает, что уже давно среди них нет представителей профессии, которой они обучаются, еще более огорчительная ситуация с «ускоренниками», которые в большей степени обучаются на компенсационной основе. Гонка за внебюджетными средствами существенно не только сгубила качество подготовки многочисленных и изначально профессионально не ориентированных студентов, но и превращает сам процесс и компоненты обучения в плохой конвейер по выпуску низкокачественной продукции. Этот конвейер уже не нуждается в хороших специалистах, он



сам порождает свои будущие компоненты (преподавателей) с соответствующим самомнением, весьма оторванным от реальности и тем более от задач реального производства и науки.

Показательно высказывание одного из выпускников московского геологического вуза, участника проходившего недавно шестого съезда геологов России, прозвучавшее в интервью. На вопрос, кем и в какой отрасли он видит приложение своих сил и знаний, прозвучал удивительно современный ответ: «Конечно, в нефтегазовой отрасли, но лучше все же быть “менеджером по газу”, там меньше проблем с добычей и транспортировкой».

Приходится признать, что в данном случае общество проявляет элементы исторической деградации – представители студенчества в значительной степени лишены чувства личной ответственности за свою основную деятельность на этом жизненном этапе. Столь же откровенно многие студенты прячут свою безответственность и свое полное безразличие к результатам учебы как за коллективным соглашательством однокашников, так и за уже ставшим традиционным близкородственным поручительством. Повторимся, в значительной степени подобное отношение студентов объясняется усвоенным уроком на примере предшественников – исчезла связь между успешной и самостоятельной учебной и трудоустройством на работу с должной ответственностью и заработком. Часто прошедшие через обучение «троешники» также пробиваются по тем или иным путям на руководящие должности, а действительно способные и трудолюбивые их сверстники и коллеги оказываются их подчиненными. Иногда спрашиваешь подобных просящих за «влюбившихся» и «болезненных» студентов: «А вы считаете себя патриотами Родины? Ведь вы просите за двоешника, который так ничему и не научится и когда-то где-то может допустить ошибку, катастрофу?». Это уже философский вопрос, ответа на который никто не дает.

Располагая некоторым опытом профессиональной работы и педагогической деятельности, можем отметить, что уменьшение самостоятельности отдельного студента (только в учебе) почти пропорционально росту количества посещений деканата и кафедр всеми его родственниками. Впервые прямая попечительская роль родителей в учебном процессе проявилась в середине 90-х гг., сейчас это уже «теневая» группа поддержки, по численности сопоставимая со студенческой группой, и все более заметную и активную роль в теневой группе, как ни удивительно, занимают бабушки и дедушки. Социальной оценки этого явления нет, но то, что оно все более широко проявляется, представляя собой компенсацию одного недостатка другим негативным и грустным явлением, – очевидно.

Современное сообщество сотрудников факультетов. Повторимся, что вузы, как и другие ин-

ституты государства (армия, органы управления, производство и т.д.), являются составной частью жизнедеятельности социума. Следовательно, существенные изменения в жизнедеятельности этого организма не могут не сказаться на самочувствии отдельных его составляющих и оказать обратное болезненное воздействие на организм в целом. Во многом деградация профессорско-преподавательского состава, в широком смысле, произошедшая в 90-е гг. ввиду остаточного отношения государства к высшей школе, сохранилась как тенденция и в настоящее время, несколько стабилизировавшись на некотором низком уровне. Отсутствие реального конкурса при избрании на должность, в связи с низкой оплатой труда, особенно при сравнении с таковой в производственной сфере, так же как и позитивных мотиваций в вузовской работе, составляет реальную основу невысокого творческого, инициативного потенциала многих сотрудников геологических факультетов. В данный момент та или иная деятельность в стенах учебного заведения удовлетворяет обеспеченных производственников, обычно в виде совместительства, и сотрудников бывших научно-исследовательских учреждений, находящихся на пенсии. При этом представители поколения «понятных исторических причин», кому сейчас в пределах 40–50 лет, минимально представлены в среде профессорско-преподавательского состава.

К тому же вузовские коллективы преподавателей все больше напоминают педагогические коллективы средних школ, так как постепенно и неуклонно «вымывается» мужская часть сотрудников (это на геологическом факультете), что приводит к доминированию женского начала. Эта известная и общая тенденция мирового общества особенно заметна в российской высшей школе. Серьезное отставание среднего уровня оплаты сотрудников вузов от уровня доходов в производстве и в сфере обслуживания и еще сохраняющиеся, в общем-то понятные социальные установки заставляют мужчин искать более доходные места работы.

Особенно сильно влияние разницы в уровнях оплаты сотрудников профилирующих кафедр и соответствующих производств, в частности нефтяников и геофизиков. Соотнести уровень доходов представителей этих групп производственников со степенью учебной и научной загруженности, ответственностью сотрудников выпускающих кафедр сложно. Следует учесть, что в основном на кафедрах работают оstepенные сотрудники, в звании доцента, а у молодых сотрудников, ассистентов и аспирантов, разница в доходах с однокурсниками, работающими на производстве, достигает десятков раз.

Следует признать, что это немаловажный фактор в исчезновении традиционных «школ» профилирующих (выпускающих) кафедр. В данном случае речь идет даже не о научных школах



в классическом понимании, а об их важной составляющей – передаваемости научных знаний и методических приемов наработанных поколениями сотрудников, непосредственно из рук в руки, от одной души к следующей. Пресекаются поколения сотрудников кафедр, исчезает восприятие сущности профессиональной (геологической) принадлежности. Если неизбежное некоторое изменение профиля ведущих специалистов на общеобразовательных геологических кафедрах не столь существенно по сути, то исчезновение школ профессиональной подготовки выпускников может иметь негативные последствия. В данном случае имеется в виду стрезневое содержание научного направления профилирующей кафедры, а не привлечение специалистов с разным видением тех или иных геологических проблем и задач производства, что само по себе желательно и полезно для общего дела.

Отсутствие конкуренции при выборах на должность и реальная проблема заполнения вакансий профессорско-преподавательского состава способствовали сначала постепенному переходу сотрудников научно-исследовательских подразделений университета на кафедры, что существенно обогатило содержание учебного процесса, а затем и привлечению к учебной работе опытных, профессиональных лаборантов и инженеров кафедр. При отсутствии кадрового пополнения кафедр за счет аспирантов привлечение к преподавательской работе сотрудников кафедр представляется положительным моментом, так как обычно это уже зрелые специалисты, долгое время «варившиеся» в учебно-методическом процессе.

При этом неизбежно возрастает и представительство производственных, внешних и внутренних совместителей. С одной стороны, представители производственных и исследовательских организаций специально привлекаются для проведения занятий на старших курсах с целью ознакомления студентов с производственными организациями и с применяемыми в настоящее время технологиями поиска и разведки. С другой – производственники, демонстрируя полезный элемент четких производственных отношений, не всегда учитывают особенности работы в вузе, в том числе общения со студентами при подготовке производственных отчетов и дипломных работ.

Исчезновение профилирующих «школ» и, пока в меньшей степени, общепрофессиональных кафедр приводит к тому, что появляются преподаватели, освоившие те или иные учебные дисциплины лишь по учебникам, хотя, конечно, намного лучше студентов. Использование современных технологий в преподавании, безусловно, надо приветствовать, но порой эти приемы лишь красиво прикрывают отсутствие собственной информации по представляемому объекту исследований. Традиционно в вузе, а тем более на геологических факультетах учебный процесс базировался на профессиональных достижениях

его сотрудников и на благоприобретенном опыте в методике преподавания этих достижений в виде учебного материала. Особенно ярко проблемы профессиональной преемственности высвечиваются при организации и проведении выездных полевых практик. Некоторые представители новых поколений преподавателей-геологов, близкие по возрасту к студенчеству, так же как и студенты, не представляют себе полевых практик длительностью больше одного-двух дней. Привычка к маршрутам «выходного» дня, дачным вариантам, уже подается как требование новейшего времени, с которым надо считаться при организации учебного процесса.

До некоторой степени конвейерная, «потогонная» система обучения выхолащивает инициативу преподавателя к участию в исследовательской деятельности, учебно-методической работе и лишает свободного времени, столь необходимого порой для осмысливания происходящего, совершенствования содержания учебных дисциплин. Лишенные свободного времени, и свободных финансовых средств преподаватели изначально творческих профессий, преподаватели вузов превращаются в элементы жестко построенного конвейерного механизма по выпуску шаблонных изделий, которые, может быть, по сути, и есть бакалавры? Порой преподавателей превращают в своеобразных следователей, занимающихся не обучением студентов, а выяснением, кто у кого списал, скопировал и т.п. В последнем случае, все же довольно частом в практике жизни, процесс обучения превращается в плохую игру, где студенты стараются не выполнить задание, а тем или иным способом словчить, обмануть преподавателя, который уже озадачен не вопросами обучения, а поисками подделок и их авторов.

Вероятно, переход на двухуровневое профессиональное образование и сокращение контингента студентов (бакалавров) и тем более магистров, в частности, и за счет уменьшения направлений подготовки бакалавров приведет к сокращению профессорско-преподавательского состава и будет способствовать объединению кафедр и в первую очередь профилирующих. Подобная жесткая и сложная перестройка может послужить выработке некоторых прагматичных подходов в формировании научно-исследовательских и учебно-методических направлений в работе кафедр и в определении штатного их состава в соответствии с поставленными задачами и сохранившимися направлениями подготовки выпускников.

Современное учебно-методическое окружение. Меняющаяся преподавательская среда и отсутствие требовательности со стороны студентов и их будущих работодателей неизбежно приводят к исчезновению ранее привычной профессиональной среды в учебном заведении. В данном случае это касается собственно активной и пассивной



составляющих обучающей окружающей геологической среды. Активная составляющая – это учебные лаборатории и их оснащение, учебные коллекции и базы учебных и производственных практик, исследовательская составляющая студентов и сотрудников вуза (конференции, семинары и т.д.). Пассивная, но не менее важная составляющая – соответствующее оформление учебных аудиторий и внеучебных помещений, в частности, в виде геологических карт и разного рода схем и таблиц, постоянно действующих стендов и тематических выставок, музейных экспозиций. Отсутствие даже традиционного учебно-методического окружения сейчас объясняется обычно просто и доходчиво – проведением долгожданного ремонта аудиторий и неимением средств на изготовление новых пособий.

Помимо собственно нищеты, отсутствия свободных средств на традиционные формы методических пособий в образовательном процессе, которые никак не смотрятся на фоне закупки компьютеров и мультимедийной аппаратуры и т.д., и нежелания использовать наконец-то отремонтированные стены, ощущается и отсутствие необходимости в появлении новых геологических материалов, прежде всего, у преподавателей. Отчасти это связано с тем, что новые сотрудники, большей частью из исследовательских институтов, не приучены к методике преподавания учебного материала, сами его не освоили и заняты подготовкой диссертационных работ и/или подготовкой грантовых тем. В значительной степени вопрос подготовки методических материалов курируется заведующим кафедрой, как и собственно учебно-методическая и научная деятельность на кафедре. Но и он не сможет заменить каждого преподавателя в работе, связанной с подготовкой методических материалов по каждой учебной дисциплине.

Вследствие многих причин можно отметить явно прослеживающуюся тенденцию – в разработке и формировании наглядных учебно-методических материалов сотрудники кафедр не заинтересованы, они не видят в них смысла и потребности в их изготовлении. Особое место занимает учебно-методическая литература, которая худо или бедно издается, – это является обязательным при рассмотрении конкурсных дел при избрании на должность. Кроме того, печатное издание, безусловно, значительный авторский труд, легче передать студентам как некий объем знаний со словами «Читайте ...». Печатный труд можно выставить на стенде, подарить коллегам и оставить на память, а вот наглядный материал не внесешь в перечень трудов, стоять рядом с ним и тихо самим собой гордиться? Большая часть обзорных и мелкомасштабных геологических карт – издания 60 – 70-х гг. XX века. Учебные карты первой половины 80-х гг. именуются лишь в единичных экземплярах. Приятным исключением является учебная тектоническая карта Е.Е. Милановского (2007 г.), любезно переданная геологи-

ческим факультетом МГУ многим геологическим вузам России.

Отсутствие полномасштабных полевых практик, как учебных, так и производственных, привело к почти полному исчезновению доступного для инициативной работы каменного материала, который все чаще предстает в виде картинок в учебниках и превращается в «волшебное» достижение модифицированных слайдов, представленных с помощью мультимедийной техники.

В формировании современных государственных образовательных стандартов отчетливо прослеживается тенденция к возрастанию роли самостоятельной работы студентов. Эта общемировая практика понятна: лишь привитие навыков самостоятельного анализа и принятия пусть даже маленьких решений способствует развитию уверенности и профессионального опыта у будущего специалиста. В российской обыденности все не так просто, изначальное отсутствие самостоятельности у студентов замещено родительской опекой, что в определенной мере хорошо и понятно. Самостоятельность деятельности студента во многом условна и потому незаметна для него. Половина общего объема учебных часов каждой дисциплины передается в фонд самостоятельного освоения материала. Каковы эти формы? Как оценивается самостоятельность студента в решении той или иной задачи? Пока недостаточно полно определен объем часов преподавателя для проверки стольких-то и таких-то форм самостоятельной работы. Не предусмотрены часы нагрузки преподавателя по совместному анализу выполненной самостоятельной работы студента, с учетом профессиональной специфики (анализ карт, разрезов и т.д.), в виде семинара или защиты этой работы. Весьма многозначно рассматриваются организация этой самостоятельной работы – в лабораториях, библиотеках, аналитические исследования в компьютерных классах и т.д. На наш взгляд, дежурные рефераты по разделам учебной дисциплины, способствующие освоению студентом начал грамотного общения с Интернетом, не является идеальным вариантом самостоятельной работы.

Современный подход в образовании, принцип равной доступности к информации, известным знаниям и доказательности мнений студента и преподавателя. Это, до некоторой степени, соответствует современной процессуальной системе, когда и адвокат, и обвинитель обязаны владеть всей информацией, по сути дела, быть в равных положениях. Тогда дискуссия во многом приобретает вид состязательности опыта, знаний и профессионализма. Но это предполагает равенство владения сторонами, студентом и преподавателем, доступным методическим, картографическим и иным материалом. Отчасти решение проблемы обеспечения студентов методическим материалом для индивидуальной и самостоятельной работы возложено на разработку учебно-методических комплексов по дисциплинам.



К сожалению, вузовская среда стала менее привлекательной для «круглосуточной» деятельности представителей разных поколений – юных геологов, исследователей камерального и лабораторного типа, занимающихся преимущественно расчетами и построениями на оргтехнике и т.д. Соотнося действительность с событиями прошлых лет, в частности, на примере Саратовского и Московского университетов, можно отметить, что прежде в аудиториях вузов каждодневно проходили разного рода мероприятия, они были заняты до позднего вечера. Сейчас притягательная сила университетских стен как-то уменьшилась, университеты перестали быть просветительскими центрами общественной жизни.

Существенной основой в качественной подготовке геологов-профессионалов остаются полевые практики, наличие лабораторий и центров цифровой обработки данных. К сожалению, участие студентов в полевых выездах стремительно сокращается из-за совпадения ряда многих факторов. Финансовые и материальные трудности при организации и проведении практик в той или иной мере испытывают все вузы, непонимание смысла в проведении полевых практик высказывают сейчас не только студенты-геологи, но и сотрудники кафедр. Прежде к полевым геологическим практикам относились так же, как и к обязательным занятиям в анатомичке студентов-медиков. Полевиком-геологом ты можешь и не стать, но знать суть полевой работы и хоть раз ее ощутить обязан как потенциальный будущий руководитель.

Если в целом на западе Европы и в Северной Европе лаборатории и аппаратное оборудование ждут желающих со всего света приложить силы и знания, то в России еще есть желающие попробовать свои силы на исследовательском поприще, но современная лабораторная база практически отсутствует. Современная – о ее существовании и возможностях представители молодого поколения знают от своих зарубежных коллег и из Интернета. Возможно, в наших условиях в качестве некоторого положительного исключения могут рассматриваться компьютерные технологии и разработка программного обеспечения в сфере профессионального приложения. Именно в лабораториях с современным оборудованием и центрах цифровой обработки данных студенты получают возможность приобщиться к новейшим технологиям и технике, здесь возникает ощущение того самого передового фронта науки, производства и учебы, где есть шанс сделать что-то новое своими руками и знаниями.

Актуальная проблема переподготовки и повышения профессиональной квалификации кадров в полной мере уже не может быть осуществлена подразделениями вузов по ряду причин. Помимо естественного консерватизма и взросления носителей идей и разработок, в вузах практически отсутствует современная лабораторная база, техника и технология, нет и специалистов, формирующих

современные направления исследований, используемые производством. Некоторые компании федерального уровня решают проблемы кадрового обеспечения и повышения квалификации сотрудников собственными силами, организуя соответствующие службы, центры переподготовки с привлечением сотрудников вузов, с правом выдачи сертификатов.

Рынок потребителей и востребованность выпускников. Формирующиеся рыночные отношения в среде геологических производственных организаций и недропользователей, а также отразившиеся и на деятельности исследовательских организаций на протяжении последних лет подтвердили циклическую зависимость их потребности в выпускниках геологических факультетов. До некоторой степени эта потребность может быть соотнесена со значением стоимости барреля нефти на мировом рынке. Уже неоднократно, в моменты кризиса в потреблении энергоресурсов, выпускники ощущали спад интереса к ним со стороны производителей. В периоды активного роста геолого-поисковых работ, особенно добывающими компаниями, заметно возрастал объем работ у разного рода сервисных организаций, в большом объеме принимавших на работу как студентов, так и выпускников геологического факультета.

Отсутствие значительных проблем с прохождением производственных практик и дальнейшим трудоустройством было заметным положительным моментом геологического образования на фоне многих специальностей классического университета. Но при этом производители отмечали как снижение уровня подготовки выпускников и отсутствие специальных, востребованных в данный момент на производстве навыков работы с аппаратурой, так и невостребованность многих выпускников на производстве при том пятилетнем образовании, которое они получили.

Учебное заведение стремится обеспечить высокий уровень подготовки выпускников и необходимую специализацию, с учетом требований предъявляемых производством. Во многом это обеспечивается специализированной помощью вузу со стороны традиционных заказчиков, в виде методического и лабораторного оснащения, приглашения сотрудников производственных организаций для проведения занятий на старших курсах. Но в данное время многие из этих направлений не могут быть постоянно и в полной мере осуществимы. Успешен опыт приглашения производителями студентов старших курсов на время производственных практик на работу в подразделения организации и, в случае позитивного сотрудничества – приема старшекурсника на работу по совместительству. Опыт подобной специализации и закрепления на рабочих местах успешно реализуется на ряде профилирующих кафедр. Многие недропользовательские организации приветствуют наличие у выпускников



удостоверений по той или иной рабочей специальности.

Студенты некоторых специальностей проходят подготовку по дополнительной квалификации «Преподаватель», что несколько расширяет возможности трудоустройства на рынке труда в школах и колледжах. Можно отметить, что на протяжении последней четверти века основными заказчиками и потребителями выпускников вузов являются их родители, озабоченные в каждый момент жизни своего ребенка решением частных проблем на фоне двух основных жизненных стратегий – получением им (ей) диплома и надеждой на его (ее) трудоустройство. За последние годы выработались основные критерии повышения конкурентной способности выпускников вузов: выпускник должен обладать, помимо диплома, знанием иностранного языка, хорошо владеть общим пакетом офисных и специальных программ, иметь водительское удостоверение и, по возможности, удостоверение о рабочей специальности.

Узкая профессиональная ориентация и соответственно – низкая «межпрофессиональная» мобильность геологов наложили в последнюю четверть века некоторый негативный отпечаток на выпускников геологических вузов. Большинство из ушедших из профессиональной сферы геологов не вернулись к первоначальной работе, за исключением работающих в вахтовом режиме. Выпускники геологических факультетов работают во многих сферах деятельности российского общества – это писатели и режиссеры, экономисты и управленцы, военные и сотрудники МВД, при этом сколько нибудь пропорционального обратного движения – в геологию представителей других профессий – практически не отмечено.

Воспоминания о будущем. Скорее всего, направления развития социума и его образовательной составляющей во многом совпадают и соответствуют друг другу. Иными словами, высшая школа на данный момент представляет собой то, что и хочет видеть государство. Вузы выступают в роли перерабатывающего звена общества, занимающего на время выпускников школ и поставляющего обратно государству специалистов, бакалавров и магистров. Другими словами, будущие выпускники-бакалавры – это необходимый ширпотреб для производства, а магистры – организаторы производства, способные к самостоятельной работе и самообучению. Таким образом, до некоторой степени приводится в соответствие массовый низкий уровень общей подготовки учащихся средних школ с понизившимся качеством подготовки выпускников вузов. Это в значительной степени удовлетворяет требованиям заказчиков со стороны производства, где широко востребованы исполнительские роли, а должности с той или иной долей ответственности и самостоя-

тельности действий ограничены и востребованы по мере профессионального роста, приобретения узкопрофессиональных знаний и опыта.

Качество выпускников все же во многом, пусть и не во всем, изначально определяется государством посредством созданного на много лет инструментария. Наиболее достоверным из них является установление конкурса на должности профессорско-преподавательского состава, который во многом определяется уровнем реальных доходов и принятого обществом социального статуса. Актуальными являются и развитие конкурентной способности вузов, мобильности не столько студентов, сколько преподавателей высшей школы, и участие в формировании учебных планов и учебно-методической среды производственных и исследовательских организаций.

Библиографический список

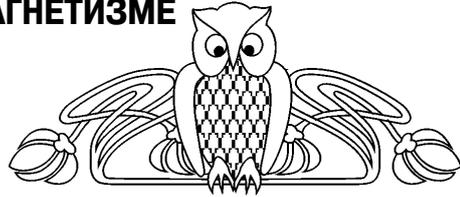
1. Волкова Е.Н., Городничева Е.О., Калиникова М.В., Соколова Е.И. Комплексный подход к образовательному процессу на геологическом факультете Саратовского государственного университета // Недр Поволжья и Прикаспия. Региональный научно-технический журнал. 2008. Вып. 55. С. 58–61.
2. Науки о Земле и образование: Материалы Междунар. конф. СПб., 2002. 144 с.
3. Первушов Е.М., Иванов А.В., Ермохина Л.И., Лащин А.С. Методика и проблемы преподавания общегеологических дисциплин (начало XXI века) // Проблемы геологии Европейской России: Тез. докл. Всерос. науч.-практич. конф., посвященной 120-летию со дня рождения проф. Б.А. Можаровского (г. Саратов, 29–31 октября 2002 г.). Саратов, 2002. С. 14–15.
4. Первушов Е.М., Иванов А.В., Ермохина Л.И., Лащин А.С. Геологическое образование: проблемы и тенденции времени // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. Геология. № 2. Воронеж, 2002. С. 145–148.
5. Первушов Е.М., Иванов А.В., Ермохина Л.И., Лащин А.С. Общегеологические дисциплины в структуре профессионального образования // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. 2004. Т. 4, Вып. 1–2. С. 101–104.
6. Рыскин М.И., Сокулина К.Б., Иванов А.В. Науки о Земле и образование // Недр Поволжья и Прикаспия. Региональный научно-технический журнал. 2002. Вып. 32. С. 61–66.
7. Полевые студенческие практики в системе естественнонаучного образования вузов России и зарубежья: Материалы Междунар. конф. СПб., 2002. 84 с.
8. Первушов Е.М., Иванов А.В. Учебно-исследовательские геологические полигоны и полевые практики Саратовского университета // Организация полевых практик студентов высших учебных заведений: Материалы Всерос. совещания. Воронеж, 2003. Вып. 2. С. 155–156.
9. Полевые практики студентов в системе высшего профессионального образования: Тез. докл. Междунар. конф. СПб., 2007. 245 с.



УДК 551.762+ 551.8

О ВОЗМОЖНОМ ОТРАЖЕНИИ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПЕТРОМАГНЕТИЗМЕ КЕЛЛОВЕЙСКИХ-ОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА П. ДУБКИ (г. Саратов)

М.В. Пименов, Л.А. Глинских¹, А.Ю. Гужиков,
А.М. Михайлов, М.А. Рогов², Е.М. Тесакова³



Саратовский государственный университет,
кафедра динамической геологии и полезных ископаемых
E-mail: pimenovmv@gmail.com

¹Институт геологии нефти и газа СО РАН

E-mail: glor@mail.ru

²Геологический институт РАН

E-mail: rogov_m@rambler.ru

³Московский государственный университет,
кафедра палеонтологии

E-mail: ostracon@rambler.ru

В результате комплексного анализа петромагнитных, микро- и макрофаунистических данных по разрезу пограничных отложений келловей-оксфорда п. Дубки (г. Саратов), который является одним из кандидатов на роль точки глобального стратотипа границы (ТГСГ, GSSP) оксфорда, установлена значимая корреляция между термокаппаметрическими вариациями и изменениями обилия и видового разнообразия остракод, фораминифер и аммонитов. В качестве возможного объяснения выявленных взаимосвязей предлагается вариант палеоэкологической реконструкции, учитывающий факторы изменения уровня моря и концентрации органического вещества (ОВ) в осадке.

Ключевые слова: келловейский ярус, оксфордский ярус, петромагнетизм, магнитная восприимчивость, остракоды, фораминиферы, аммониты, палеоэкология.

**About Possible Reflexion of Paleocological Conditions in
Petromagnetism of Kallovian - Oxfordian Deposits of Dubki
Section (Saratov)**

**M.V. Pimenov, L.A. Glinskikh, A.Yu. Guzhikov, A.M. Mihailov,
M.A. Rogov, E.M. Tesakova**

As a result of the complex analysis of petromagnetic, micro- and macrofaunistic data of deposits on the Kallovian – Oxfordian boundary of Dubki section (Saratov), which is one of candidates for a role of a Global Boundary Stratotype Section and Point of Oxfordian boundary (GSSP), it is established significant correlation between magnetic susceptibility variations and changes of an abundance, a specific variety of ostracodes, foraminiferes and ammonites. As a possible explanation of the revealed interrelations it is offered the variant of paleocological reconstruction, considering factors of change of a sea level and concentration of organic substance (OS) in a deposit.

Key words: Callovian, Oxfordian, petromagnetism, magnetic susceptibility, ostracods, foraminifers, ammonites, paleoecology.

Разрез пограничных отложений келловейского и оксфордского ярусов п. Дубки, расположенный на северной окраине г. Саратова в настоящее время рассматривается как один из трех возможных

кандидатов на роль точки глобального стратотипа нижней границы (ТГСГ, GSSP) оксфорда. Два других разреза-кандидата расположены в Западной Европе – Англии – Редклифф Пойнт (Redcliff Point) [1] и в Юго-Восточной Франции – Савурнон (Savournon) [2]. В связи с этим закономерно, что в последние годы активно ведутся комплексные исследования разреза Дубки рядом российских и зарубежных ученых. К настоящему времени получены палеонтологические данные, включающие как макрофаунистическую (аммониты, белемниты), микрофаунистическую (остракоды, фораминиферы, известковый наннопланктон), а также магнитостратиграфическую (магнитопольярную и петромагнитную) характеристики разреза. Эти результаты частично опубликованы [1–9], частично находятся в печати [10].

При анализе палеонтологических и петромагнитных материалов по разрезу Дубки была выявлена значимая корреляция между термокаппаметрическими показателями и количеством остракод [11], что стимулировало дальнейшие исследования в этом направлении. В настоящей статье представлены результаты комплексного анализа петромагнитных (термокаппаметрических), микрофаунистических (остракоды и бен-тосные фораминиферы) и макрофаунистических (аммониты) данных по разрезу Дубки.

**Краткая характеристика разреза
и методика работ**

В районе п. Дубки в заброшенном карьере, который был вырыт в 1998 г. под отсыпку саратовской кольцевой дороги, представлены серые глины верхнего келловей – нижнего оксфорда, а в кровле вскрыши – фосфоритоносные пески средневожского подъяруса (рисунок). Сведения о строении этого разреза приведены в работах В.Б. Сельцера [12], Е.Ю. Барабошкина с соавторами [13], В.В. Митта [14, 15], М.А. Рогова [16, 17], а в 2004 г. разрез Дубки был предложен в качестве кандидата для ТГСГ оксфордского яруса [18]. Наиболее подробные описания разреза приведены в работах Е.М. Тесаковой [19] и Д.Н. Киселева с соавторами [10].

Описание разреза составлено М.А. Роговым и Д.Н. Киселевым, ими же в верхнекеловейских отложениях обосновано расчленение разреза на



зоны, подзоны и фаунистические горизонты. В верхнем келловее устанавливается зона *Lamberti*, включающая подзоны *Henrici* (в настоящее время практически затоплена) и *Lamberti*, в нижнем оксфорде – зоны *Mariae*, в составе подзон *Scarbursgense* и *Praecordatum*, и *Cordatum* в объеме подзоны *Bukowskii* [7, 10].

Л.А. Глинских на основе анализа вертикального распределения комплексов фораминифер в разрезе установлены 2 фораминиферовые зоны: *Lenticulina tumida*, *Epistomina elschankaensis* – в верхнем келловее и *Epistomina volgensis*, *Ophthalmidium sagittum* – в нижнеоксфордских отложениях (см. рисунок). Мощность верхнекелловейских-нижнеоксфордских отложений, доступных для изучения, около 9,5 м. При анализе динамики таксономического разнообразия и структуры ассоциаций фораминифер была использована полуколичественная оценка [20].

Количество остракод, изученных Е.М. Тесаковой, существенно изменяется по разрезу: в верхнем келловее оно составляет от 60 до 133 экземпляров на каждом стратиграфическом уровне, подвергнувшись опробованию, а в нижнем оксфорде – от 1 до 59 экземпляров. Большое количество остракод (127 экземпляров) в оксфорде наблюдается только на единичном уровне в верхах разреза (см. рисунок).

Для аммонитов были установлены характер смены комплексов от одного фаунистического горизонта к другому и колебания таксономического разнообразия. Как и во многих других суббореальных разрезах пограничных отложений келловее и оксфорда, в Дубках наблюдаются резкие изменения доминирующих групп аммонитов на разных уровнях. Начиная с биогоризонта *raucicostatium*, в комплексах аммонитов преобладают бореальные кардиоцератиды. Лишь в биогоризонте *bassatum* (*renggeri*) кардиоцератиды единичны и преобладают тетические оппелииды. Разнообразие аммонитов максимально в келловее, но в его конце (*гемера raucicostatium*) уменьшается и остается невысоким в течение раннего оксфорда (см. рисунок).

В лаборатории петрофизики СГУ А.Ю. Гужиковым, А.М. Михайловым и М.В. Пименовым исследовался широкий спектр магнитных свойств образцов, отобранных в разрезе Дубки, но наибольший интерес при обсуждении взаимосвязей петромагнитных и микрофаунистических данных представляют термокаппаметрические показатели.

Термокаппаметрический метод позволяет диагностировать наличие в породах тонкодисперсного аутигенного пирита, а вариации петромагнитных параметров надежно фиксируют участки разреза с повышенной концентрацией этих минералов.

Суть метода заключается в измерении магнитной восприимчивости образца после нагрева в электропечи до 500°C в воздушной среде в течение часа. Изначально немагнитный пирит и

марказит при температурах 430-500°C в окислительной среде превращаются в сильномагнитный магнетит. Таким образом, прирост магнитной восприимчивости $dK = K_t - K$ (где K – магнитная восприимчивость, K_t – магнитная восприимчивость после нагрева, так называемая «термокаппа») отражает содержание новообразованного магнетита и, следовательно, свидетельствует о наличии сульфидов железа в исходном образце.

Известно, что сульфиды железа формируются в восстановительной обстановке, а увеличение органического вещества (ОВ) в придонных слоях способствует интенсификации восстановительного потенциала среды. Поэтому слои, обогащенные тонкодисперсным пиритом, являются надежными индикаторами высокого содержания ОВ в изначальном осадке. Справедливость этого утверждения неоднократно проверена на реальных геологических объектах разного возраста [21, 22]. Как показывает опыт, термокаппаметрические характеристики качественно отражают повышенные концентрации в слоях $S_{орг}$ [23].

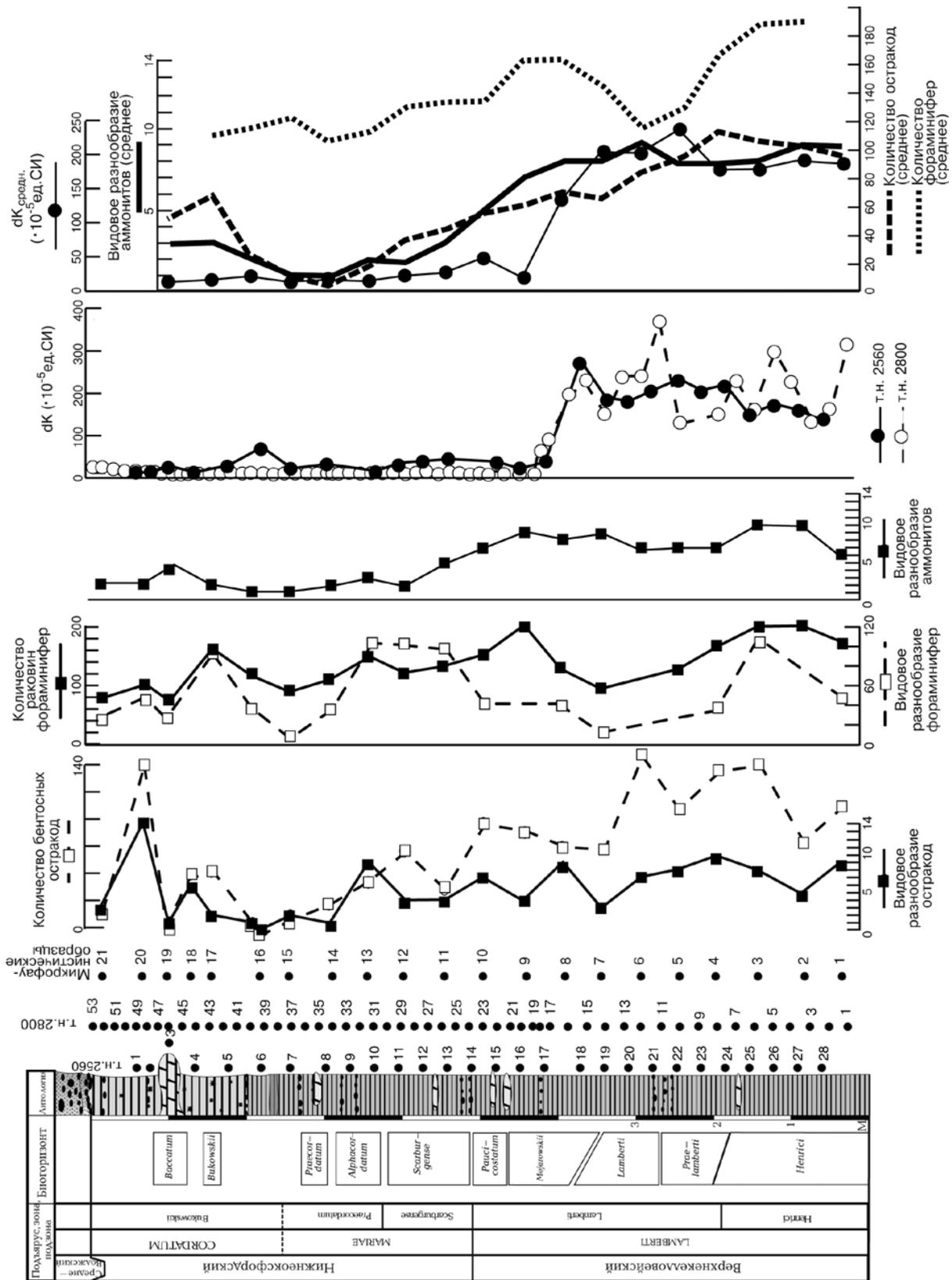
Для измерений магнитной восприимчивости пород до и после нагревов использовался каппа-бридж МФК1-ФВ. Нагревы выполнены в электропечи СНОЛ 6/11-В с программным регулированием температуры.

График dK обнаружил значимую дифференциацию по разрезу: верхнекелловейские отложения, за исключением биогоризонта *Paucicostatium* и кровли биогоризонта *Mojarovskii*, характеризуются значительными приростами магнитной восприимчивости после нагрева ($150-330 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), породы нижнего оксфорда отмечены низкими значениями dK (от 5 до $50 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) (см. рисунок).

Пробы для микрофаунистического анализа были отобраны с 21 уровня для остракод и 19 уровней для фораминифер (см. рисунок). В результате детального магнитостратиграфического опробования разреза (2006 и 2008 г.), наряду с палеомагнитными образцами, было взято более 80 проб для петромагнитного анализа. В основном карьере (точка наблюдения (т.н.) 2560) взяты образцы с 28 уровней, а в небольшом свежеврытом карьере (~ в 100 м западнее) – с 53 уровней (т.н. 2800) (см. рисунок).

Палеонтологическое и магнитостратиграфическое полевое изучение разреза проводилось в разное время, поэтому, к сожалению, микрофаунистические и петромагнитные пробы не увязаны «образец в образец». Тем не менее, благодаря наличию маркирующего слоя оксфордских мергелей в верхах разреза и других реперных уровней (например, границе биогоризонтов *henrici* и *praelamberti*, установленной Д.Н. Киселевым в т.н. 2800), можно утверждать, что погрешность этой привязки (см. рисунок) заведомо не превышает +/- 25 см.

Поэтому для расчетов коэффициентов корреляции между термокаппаметрическими данными



Палеонтологические и петромагнитные характеристики пограничных отложений келловей-оксфорда в разрезе Дубки (графики изменения по разрезу обилия остракод и фораминифер получены осреднением исходных значений по скользящему окну в три образца)



и показателями таксономического разнообразия остракод и фораминифер принимались значения dK, осредненные по петромагнитным образцам, которые находились в интервале 50 см (+/- 25 см выше и ниже микрофаунистической пробы) (см. рисунок). Единичные anomalно высокие значения dK (до $800 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) (на трех уровнях, спорадически рассеянных по разрезу) были исключены из рассмотрения ввиду отсутствия гарантии того, что микрофауна была извлечена именно из этих узких интервалов. Значения термокаппы, полученные по верхам оксфордской толщи, выше мергельного прослоя, также не привлекались к анализу, потому что глины в этой части разреза сильно дезинтегрированы, имеют явные признаки гипергенных изменений, вследствие чего диагенетические сульфиды железа, могут быть уничтожены (окислены).

Рассчитанные коэффициенты корреляции приведены в таблице. Следует заметить, что сходные значения коэффициентов корреляции получаются и при расчетах, в которых фигурируют неосредненные величины dK, взятые по петромагнитным образцам, которые на рисунке по своему положению совпадают с микрофаунистическими пробами. На наш взгляд, это обстоятельство свидетельствует о надежности полученных результатов.

Коэффициенты линейной корреляции между приростом магнитной восприимчивости после нагрева до 500°C (dK) и количественными и качественными показателями распределения микрофауны

Группа фауны		dK	Критические значения, r		Количество образцов в выборке
			p=0,01	p=0,05	
Остракоды	Обилие	0,74	0,59	0,47	18
	Видовое разнообразие	0,54			
Фораминиферы	Обилие	0,48	0,61	0,48	17
	Видовое разнообразие	0,13			
Аммониты	Видовое разнообразие	0,72	0,59	0,47	18

Обсуждение результатов

При анализе таблицы в первую очередь обращают на себя внимание, безусловно, значимые связи термокаппаметрических вариаций с изме-

нениями общего количества остракод и видовым разнообразием аммонитов, которые очевидны и при визуальном рассмотрении графиков (см. рисунок). Корреляция между видовым разнообразием остракод и термокаппой менее очевидна, но расчетный коэффициент показывает ее наличие на 5%-ном уровне значимости. Подобная связь (на 5%-ном уровне значимости) обнаружена между обилием фораминифер и термокаппой. Между видовым разнообразием фораминифер и термокаппой корреляции не наблюдается.

Вариации на графике dK объективно отражают изменения в концентрациях аутигенного тонкодисперсного пирита по разрезу. Мы полагаем, что выявленные взаимосвязи между термокаппаметрическими и фаунистическими показателями не могут быть пока однозначно интерпретированы ввиду многофакторности процессов сульфидообразования в придонных слоях осадков палеобассейна и условий, определяющих динамику количества и разнообразия остракод, фораминифер и аммонитов. Тем не менее указать на возможный механизм, обусловивший сопряженность повышенных концентраций пирита с максимальным количеством бентосной микрофауны и разнообразием остракод и аммонитов в верхнекеллоуейских отложениях, считаем полезным.

Отмеченные по термокаппаметрическим данным повышенные концентрации пирита в верхах келлоуея однозначно фиксируют снижение окислительного потенциала в придонных слоях палеобассейна, которое могло произойти за счет увеличения содержания органического вещества в осадке. В отмирающей органике развиваются сульфатредуцирующие бактерии. Продуктом их жизнедеятельности является сероводород, который, вступая во взаимодействие с железом, образует сульфиды железа, переходящие, как правило, в свою наиболее устойчивую форму – FeS₂. Повышенные концентрации ОВ на дне палеобассейна могут возникнуть вследствие потепления морской воды (способствующего интенсивному росту водорослей) и/или активизации привноса ОВ с прилегающей суши. При понижении уровня моря оба фактора могут действовать одновременно: придонные воды в мелководном бассейне лучше прогреваются, а источник наземного органического материала становится ближе. Предложенная модель согласуется с выводами, которые мы сделали ранее на основании анализа только микрофаунистического материала.

Согласно данным Л.А. Глинских, в позднем келлоуея доминантами в ассоциациях бентосных фораминифер являются представители семейств *Ceratobuliminidae* (71–91%) и *Vaginulinidae* (8–23%). Ассоциации раннеоксфордских фораминифер имеют унаследованный характер от позднекеллоуейских, но в пределах зоны Cordatum (подзоны Bukowskii) происходит смена доминирующих таксонов. Доля представителей семейства *Ceratobuliminidae* в ассоциациях снижается (до



6–32%), а представителей семейства *Vaginulinidae* увеличивается (33–88%). Отмечается, что роль *Vaginulinidae* возрастает на трансгрессивных и снижается на регрессивных этапах развития бассейна, тогда как роль *Ophthalmidiidae*, напротив, возрастает при понижении уровня моря. Таким образом, максимальное видовое разнообразие и количество фораминифер в верхнекембрийских отложениях хорошо согласуются с существованием хорошо прогреваемого мелководья со стабильным нормально соленым режимом вод.

Анализируя динамику таксономического разнообразия остракод, Е.М. Тесакова и М.А. Рогов пришли к заключению, что максимальное количество остракод в позднем кембрии также связано с понижением уровня моря, вследствие чего теплые воды проникали на дно палеобассейна.

Разными исследователями для рубежа кембрия и оксфорда предлагались различные варианты кривых колебания уровня моря [24, 25]. В последние годы преобладает точка зрения, что на рубеже кембрия и оксфорда произошло падение уровня моря, вызванное кратковременным, но резким похолоданием [25]. Такое похолодание подтверждается как быстрым проникновением в это время бореальных кардиоцератид на юг и их доминированием во многих суббореальных ассоциациях аммонитов, так и данными изотопных определений, сделанных по рострам белемнитов и зубам акул. Впрочем, в разных бассейнах и даже частях одного и того же бассейна это событие, видимо, проявилось с неодинаковой интенсивностью и его пик, судя по комплексам аммонитов, в разных районах был неодновременным.

Термокаппаметрические данные, фиксирующие интервалы с повышенным содержанием ОВ, удачно дополняют палеоэкологические реконструкции, базирующиеся на фаунистическом материале. При этом необходимо подчеркнуть, что высокие значения dK, обусловленные повышенной концентрацией пирита, свидетельствуют о восстановительных условиях в придонных слоях осадка. Поскольку максимальное количество остракод и фораминифер тяготеет именно к этим слоям, следует заключить, что они могли комфортно существовать при некотором дефиците кислорода (при низком уровне стояния зоны сероводородного заражения). Другими словами, фактор высокой концентрации ОВ в осадке оказывается весьма существенным среди других причин, определяющих количество и таксономическое разнообразие бентосных микроорганизмов.

Заключение

Предложенная реконструкция палеоэкологических условий, базирующаяся на комплексной интерпретации петромагнитных и фаунистических данных, скорее всего, не является един-

ственно возможной и нуждается в дополнительном обосновании. Но полученные результаты, на наш взгляд, свидетельствуют о целесообразности и перспективности продолжения подобного рода работ. Качество и надежность результатов исследований в значительной степени будут определяться точностью увязки петромагнитных и фаунистических проб, для чего необходимо опробование разрезов по системе «образец в образец».

В практическом отношении результаты петромагнитного анализа потенциально важны как признаки, индивидуализирующие верхнекембрийские отложения. Поскольку кровля интервала с высокими значениями dK находится в разрезе несколько ниже границы кембрия-оксфорда (биогоризонт *mojarowskii*), термокаппаметрический критерий может быть использован для приблизительного определения местоположения кровли кембрийского яруса в толщах, где аммониты редки или имеют плохую сохранность, что особенно актуально при анализе ограниченного по объему кернового материала. Разумеется, прежде чем рекомендовать петромагнитный интервал в качестве реперного уровня, необходимо убедиться в его латеральной устойчивости в ряде других разрезов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 08-05-00385).

Библиографический список

1. Hart M.B., Aze T., Hudson W., Smart C.W. Planktic foraminifera from the proposed GSSP for the Oxfordian Stage: Redcliff Point, near Weymouth // *Geoscience in south-west England*. 2007. V. 11. P. 273–279.
2. Тесакова Е.М., Атропс Ф., Мелендес Г. Остракоды из пограничных кембрия-оксфорда отложений Центральной России и Южной Франции: сходство и различия // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Второе Всерос. совещание. Ярославль, 2007. С. 219–223.
3. Тесакова Е.М., Рогов М.А. Комплексы остракод и аммонитов из опорного разреза верхнего кембрия-нижнего оксфорда у п. Дубки (Саратовское Поволжье): сходства и различия динамики изменений и их возможные причины // Годичное собрание секции Палеонт. МОИП совм. с ПИН РАН «ПАЛЕОСТРАТ-2006» (Москва, 30 янв., 2006 г.): Тез. докл. / Отв. ред. А.С. Алексеев. М., 2006. С. 27–28.
4. Тесакова Е.М., Рогов М.А. Палеоэкологический анализ остракод верхнего кембрия-нижнего оксфорда разреза Дубки (Саратовское Поволжье) // Палеонтология, био-стратиграфия и палеобиогеография бореального мезозоя. Новосибирск, 2006. С. 53–55.
5. Tesakova E.M. Population analysis of ostracode communities of the Late Callovian-early oxfordian of the Dubki section (the Volga region near Saratov) // *Biosphere Origin and Evolution: II Intern. Conf.*, 28 Oct.–2 Nov., 2007. Loutraki; Novosibirsk, 2007. P. 236–237.



6. Tesakova E.M., Atrops F., Meléndez G. Ostracods of the Callovian-Oxfordian boundary from Central Russia and Southern France: Similarities and differences // European Ostracodologists' Meeting VI (EOM VI) et 19 Intern. Senckenberg Conf. (5–7 Sept. 2007). Frankfurt/Main, 2007. P. 14.
7. Kiselev D., Rogov M., Guzhikov A. at al. Dubki (Saratov region, Russia), the reference section for the Callovian/Oxfordian boundary // Volumina Jurassica. 2006. V. IV. P. 177–179.
8. Мамвеев А.В. Известковый нанопланктон келловей – оксфорда разреза Дубки (Саратовское Поволжье) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Второе Всерос. совещание: науч. материалы / Отв. ред. В.А. Захаров. Ярославль, 2007. С. 160.
9. Tesakova E. Late Callovian and Early Oxfordian ostracods from the Dubki section (Saratov area, Russia): implications for stratigraphy, paleoecology, eustatic cycles and palaeobiogeography // Neues Jahrbuch fuer Geologie und Palaeontologie, Abhandlungen. 2008. № 249(1). P. 25–45.
10. Kiselev D., Rogov M., Guzhikov A. at al. Reference sections for the Callovian/Oxfordian boundary on European Russia and Northern Caucasus // Volumina Jurassica. 2009 (in press).
11. Михайлов А.М., Пименов М.В. Палеогеографическое и стратиграфическое значение петромагнитных данных по верхнему келловей-нижнему оксфорду разреза Дубки (Саратовский район) // Геологи XXI века: Материалы VIII Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов (Саратов, 28–30 марта, 2007 г.). Саратов, 2007. С. 99–100.
12. Сельцер В.Б. Новое местонахождение келловей-нижнеоксфордской аммонитовой фауны на территории Саратовского Поволжья // Проблемы геоэкологии Саратова и области. Саратов, 1999. Вып. 3. С. 102–107.
13. Барабошкин Е.Ю., Архангельский М.С., Гужиков А.Ю. и др. О строении волжского яруса в окрестностях г. Саратова // Тр. / НИИГеологии СГУ. Нов. Сер. 2001. Т. VIII. С. 62–68.
14. Мумма В.В. О пограничных отложениях келловей и оксфорда бассейна Волги // VM-Novitates. 2003. № 11. 21 с.
15. Keupp H., Mitta V.V. Septenbildung bei Quenstedtoceras (Ammonoidea) von Saratov (Russland) unter anomalen

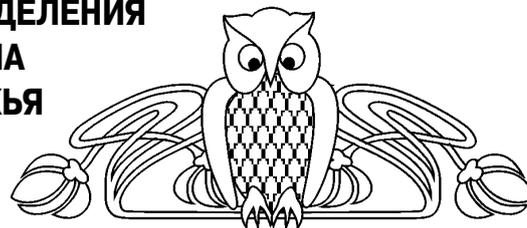
- Kammerdruckbedingungen // Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. 2004. H. 88. S. 51–62.
16. Рогов М.А., Егоров Е.Ю. Полиморфизм у некоторых раннеоксфордских оппелиид (Ammonoidea) Русской платформы // Современные вопросы геологии: Материалы конф. М., 2003. С. 245–248.
17. Рогов М.А. Средне- и позднекелловейские аптихи (Ammonoidea) Русской плиты // Палеонт. журн. 2004. № 1. С. 26–33.
18. Kiselev D.N., Rogov M.A. Preliminary report on the Callovian/Oxfordian boundary in the Central Russia // 32nd Intern. Geol. Congr., electronic version posted on-line on July 20, 2004, Abs. Vol., pt. 1, abs. 177–19, P. 824.
19. Tesakova E. Late Callovian and Early Oxfordian ostracods from the Dubki section (Saratov area, Russia): implications for stratigraphy, paleoecology, eustatic cycles and palaeobiogeography // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 2008. V. 249, № 1. P. 25–45.
20. Захаров В.А. Бухиды и биостратиграфия бореальной верхней юры и неокома // Тр. / ИГиГ СО АН СССР. 1981. Вып. 458. 271 с.
21. Гужиков А.Ю., Молоствовский Э.А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // Бюл. МОИП, Отд-ние геол. 1995. Т. 70, вып. 1. С. 32–41.
22. Молоствовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и ее значение в геологии. Саратов, 1997. 180 с.
23. Гужиков А.Ю. Палеомагнитная шкала и петромагнетизм юры – мела Русской плиты и сопредельных территорий (значение для общей шкалы и бореально-тетических корреляций): Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Новосибирск, 2004. 32 с.
24. Norris M.S., Hallam A. Facies variations across the Middle-Upper Jurassic boundary in Western Europe and the relationship to sea-level changes // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 1995. V. 116. P. 189–245.
25. Dromart G., Garcia J.P., Picard S., Atrops F., Lécuyer C., Sheppard S.M.F. Ice Age at the Middle-Late Jurassic Transition? // Earth and Planetary Science Letters. 2003. V. 213. P. 205–220.

УДК 551.735.15 (470.4)

МЕСТНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ МОСКОВСКОГО ЯРУСА СРЕДНЕГО КАРБОНА ВОЛГОГРАДСКО-САРАТОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

В.Ф. Салтыков

Саратовский государственный университет,
лаборатория петрофизики
E-mail: dekanat@geol.sgu.ru



Анализ опубликованных фактических материалов, полученных на площади Нижнего Поволжья, позволил выделить и описать восемь местных стратиграфических подразделений в московском ярусе среднего карбона. Даны литологические и палеонтологические характеристики свит и подсвит с указанием стратоти-

пических разрезов в конкретных скважинах. Приводится сопоставление местных стратиграфических подразделений Нижнего Поволжья со стратотипами Подмосковья.

Ключевые слова: средний карбон, московский ярус, Нижнее Поволжье, стратиграфия, местные стратиграфические подразделения.



Local Stratigraphic Units of the Middle Carboniferous Moscovian Stage from the Volgograd-Saratov Volga Region

V.F. Saltykov

Analysis of the published factual materials from the Lower Volga region has made it possible to distinguish and to describe eight local stratigraphic units of the Middle Carboniferous Moscovian stage. Lithologic and paleontologic characteristics of the suites and the sub-suites are presented alongside with indications of the stratotype sections in particular wells. In the summary, the local stratigraphic units from the Lower Volga Region are compared with the stratotypes from the Moscow Region.

Key words: middle Carboniferous, Moscovian stage, Lower Volga region, Stratigraphy, local stratigraphical subdivisions.

Введение

Московский ярус выделен в стратотипической местности – в Подмоскowie, где он разделялся по биостратиграфическим данным на четыре горизонта (ныне им придают статус подъярусов) – верейский, каширский, подольский и мячковский. Такое расчленение зафиксировано в современной общей стратиграфической схеме России [1], а также в ряде сводок по стратиграфии карбона [2–4]. При этом главную роль в биостратиграфии играли фораминиферовые комплексы, в меньшей мере – брахиоподы [5], конодонты [6] и мшанки [7]. В 1990 г. начались активные исследования, ориентированные на разработку системы местных стратон и их увязку с общими и региональными подразделениями. Наиболее значительные результаты были получены в Подмоскowie, где комплексно проанализированы материалы по лито-, био- и циклостратиграфии карбона [8].

В Поволжье подобный системный подход к исследованиям начался только в последние годы [9, 10]. Между тем разрезы в этом районе изучались многие десятилетия. С.В. Семихатова [11] даже выделяла свиты, которые впоследствии оказались не востребуемыми. Деление московского яруса производилось на горизонты по аналогии с Подмоскowieм [2, 4, 12–14]. Имеющиеся фактические материалы позволяют подойти к выделению местных стратон с указанием стратотипических разрезов по скважинам с учетом новых данных, хотя биостратиграфические сведения в ряде случаев не являются полными и разнообразными – отсутствуют данные по аммонитам и конодонтам.

Московские отложения распространены на всей территории Волгоградско-Саратовского Поволжья и погребены на значительные глубины, но в отдельных местах – на западе Жирновско-Иловлинского вала и в пределах Арчединских поднятий – они выходят на современную поверхность. В статье предпринята попытка обобщения опубликованных литологических и палеонтологических данных с целью обоснования местных подразделений. В соответствии с положениями «Стратиграфического кодекса»

[15] они выделяются на основе комплекса признаков – литологической и палеонтологической характеристик, имеющих равноценное значение, фациальной принадлежности, мощности и амплитуды их колебаний по площади, соотношения с подстилающими и покрывающими отложениями с подробным описанием контактовой зоны между ними, корреляция с известными горизонтами. Учитывается географическое размещение стратон. Расположение основных разведочных площадей, на которых изучены московские отложения, показано на рис. 1.

Верейский горизонт C_2vr . В общей стратиграфической шкале он соответствует фораминиферовой зоне *Aljutovella aljutovica* – *Schubertella pauciseptata* [1], но в Подмоскowie выделяют две зоны – нижнюю *Al. aljutovica* и верхнюю *Ovatella arta* [8].

В Поволжье верейский горизонт представлен главным образом терригенными породами с прослоями известняков. Такой состав распространен повсеместно. Их мощность варьирует в широких пределах: на площади Приволжской моноклинали они достигают 250 м, на юге Доно-Медведицких дислокаций – 170 м, на севере – 125 м, на западе региона они убывают до 25 м. А.С. Мельникова с соавторами [2] отмечали фациальную изменчивость горизонта и невыдержанность прослоев отдельных пород по простиранию. В связи с этим данные авторы считали невозможным выделение литологических пачек на территории Волгоградской области, указывая на увеличение песчаной составляющей в пределах Доно-Медведицких дислокаций. В сводке [4] показано возрастание количества прослоев известняков с юга на север.

При выделении местного стратона на Правобережье Д.А. Кухтинов с соавторами [10] проанализировали большой фактический материал и предложили верейские образования обособлять в бахметьевскую свиту C_2bh по одноименной структуре на севере Доно-Медведицких дислокаций, где она вскрыта многими скважинами. Указанное подразделение залегает на тепловской свите C_2tr мелекесского горизонта терригенного состава, выделенной в разрезах Саратовского Правобережья (Тепловская площадь). Нижняя граница бахметьевской свиты проводится по подошве выдержанного на площади реперного (RpD) слоя известняка с верейскими фузулинидами, лежащего на глинах с тепловской микрофауной. На каротажных диаграммах она четко выделяется пиками на кривых. Эти данные и резкая смена состава фораминифер позволяют предполагать перерыв в осадконакоплении, хотя чаще в литературе указывается на согласное залегание.

В составе бахметьевской свиты Д.А. Кухтинов с коллегами различают три литологические пачки с нечетко выраженными границами. Нижняя глинистая пачка мощностью 30–40 м сложена глинами и алевролитами с редкими и тонкими прослоями песчаников с обугленными раститель-



Рис. 1. Схема расположения основных разведочных площадей: 1 – Гусихинская; 2 – Тепловская; 3 – Курдюмская; 4 – Елшанская; 5 – Хоперская; 6 – Ивановская; 7 – Терсинская; 8 – Меловатская; 9 – Бахметьевская и Жирновская; 10 – Линеvская; 11 – Верхнедобринская; 12 – Иловлинская; 13 – Щербаковская; 14 – Уметовская; 15 – Абрамовская; 16 – Арчединская; 17 – Паникская; 18 – Шляховская; 19 – Усть-Погожская; 20 – Верховская; 21 – Саушинская; 22 – Сиротинская; 23 – Качалинская; 24 – Городищенская; 25 – Тормосинская; 26 – Квасниковская; 27 – Советская; 28 – Степновская; 29 – Красноармейская; 30 – Каменская; скважины Пугачевская 10 и Николаевская 2 показаны отдельными знаками

ными остатками. В ней обнаружены брахиоподы *Choristites priscus* (Eichw.), *Ch. priscus* var. *senilis* A. et Iv., пелециподы *Carbonicola angulata* Rich., *Anthracomya sagitata* Tschern., *Najadites* cf. *carinata* Sow. и обильные фораминиферы – *Novella evoluta* var. *mosquensis* Raus., *Brunsiella ammodiscoides* (Raus.), *B. irregularis* (Brazh. et Pot.), *B. cf. densa* Reitl., *Eofusulina triangula* (Raus. et Bel.), *Schubertella* ex gr. *gracilis* Raus.

Средняя песчано-глинистая пачка мощностью 30–70 м сложена глинами, алевролитами с прослоями песчаников, количество и мощность которых возрастает в разрезах на границе Волгоградской и Саратовской областей, где они составляют более половины мощности пачки. В

редких прослоях глинистых известняков обнаружены фораминиферы *Hemifusulina? concepta* Chern., *Aljutovella aljutovica* Raus., *Al. ex gr. cybea* Leon., *Profusulinella integra* Chern., *Pr. rhomboides* Lee et Chen., *Pseudostaffella gorskyi* (Dutk.), *Ps. pseudoquadrata* Man., *Ozawainella pararhomboidalis* Man., *Eofusulina trianguliformis* Put. Более редко встречаются брахиоподы *Phricodothyris* cf. *asiatica* (Chao), *Choristites* sp., *Chonetes* sp. Изучая разрез по скв. 8к Тепловской площади, Е.И. Чернова [13] дополнительно описала фораминиферы *Hemifusulina* aff. *bocki* (Moell.), *Pseudofusulina antiqua* (Dutk.), *Ps. ex gr. confusa* Lee et Chen., отобранные из верхней части разреза.



Верхняя карбонатно-терригенная пачка переменной мощности представлена чередованием глин, алевролитов, песчаников и известняков. В глинах много обугленного растительного детрита. Слои песчаников часто выклиниваются по простиранию и замещаются алевролитами. Известняки водорослевые, глинистые, участками доломитизированные. Подтверждением верейского возраста могут служить находки фораминифер *Profusulinella rhomboides* Lee et Chen., *Pr. ex gr. pseudorhomboides* Put., *Pr. ovata* Raus., *Pseudostaffella irinovkensis* Le-on., *Ps. cf. gorskyi* Dutk., *Ps. subquadrata* Grozd. et Leb., *Ps. pseudoquadrata* Man., *Ozawainella cf. pararhomboides* Man., *Hemifusulina concepta* Chern., *Aljutovella ex gr. novoburasiensis* Leon., *Al. artificialis* (Put.), *Al. cf. subaljutovica* Saf., *Al. elongate* (Raus.), *Al. skelnevatica* (Put.), *Schubertella pauciseptata* Raus. Подобный комплекс обнаружен в прослоях известняков, расположенных в верхах разреза свиты в скважинах Саратовской области (Тепловская, Гусихинская и Курдюмская площади), но в выше лежащих известняках встречены уже каширские фораминиферы и брахиоподы. Д.А. Кухтинов с соавторами предлагают проводить границу между верейским и каширским горизонтами по подошве конгломератовидных известняков, с которых начинается новый цикл седиментации. Возможно, имели место обмеление бассейна или некоторый перерыв в осадконакоплении, приходящийся на границу горизонтов.

Подробный анализ расположения границы между верейским и каширским горизонтами в разрезах Саратовского Поволжья проведен в работе [16]. Авторы отмечали присутствие в основании каширских отложений конгломератовидных известняков с микрофауной смешанного (верейско-каширского) типа. Они выделили четыре фациальные зоны: 1) Правобережье, 2) ближнее Заволжье, 3) север Заволжья (пугачевский тип разреза), 4) дальнее Заволжье (рахмановский тип разреза). На севере первого района (Тепловская, Гусихинская площади) наблюдалось сокращение мощностей карбонатных пород в верейском горизонте. К югу (Елшанская площадь) среди терригенных отложений присутствуют прослойки органогенно-обломочных известняков, а также разнообразные породы от глинисто-песчанистых известняков до известковистых песчаников и алевролитов с постепенными переходами между ними. Далее на юг (бассейн Иловли) нарастает степень опесчанивания разреза. При движении к востоку сначала происходит замещение терригенно-карбонатной пачки на преимущественно терригенный состав, а затем наблюдается обратная тенденция, т.е. в разрезах рахмановского типа возрастает роль известняков. Однако микрофауна сходна с вышеописанным составом. Эти сведения интерпретируются исследователями как указание на неустойчивое осадконакопление в конце верейского времени, когда возникали многочисленные локальные перерывы. Лишь

в районе Пугачева (третья зона) они отмечали углубление моря, приходящееся на границу верейского и каширского горизонтов.

Таким образом, необходимость выделения бахметьевской свиты определяется, прежде всего, наличием перерывов седиментации на ее нижней и верхней границах небольших амплитуд, особенностями литологического состава и своеобразной палеонтологической характеристикой, но с присутствием транзитных видов фузулинид. Несмотря на литологическую изменчивость на изученной территории, предлагаемое деление наиболее полно отвечает наблюдаемым фактам. Выделенные пачки отличаются между собой не только литологией, но и составом фораминиферных комплексов. Однако границы между ними часто являются нечеткими, что обусловлено латеральным замещением одних литологических разновидностей другими и хорошо видно при анализе каротажных диаграмм. Эти пачки предлагается рассматривать в ранге подсвит бахметьевской свиты, что лучше отвечает требованиям «Стратиграфического кодекса». В этом случае они могут быть соотнесены с фораминиферными зонами, которые ранее намечались в Поволжье с некоторыми уточнениями. В нижней глинистой подсвите наблюдается комплекс *Brunsiella irregularis* – *Schubertella gracilis*, в средней песчано-глинистой подсвите – комплекс *Hemifusulina? concepta* – *Aljutovella aljutovica* и в верхней карбонатно-терригенной подсвите – комплекс *Schubertella pauciseptata* – *Pseudostaffella pseudoquadrata*. Очевидно, последующий анализ фактических материалов позволит детализировать расчленение. Во всяком случае, предлагаемое деление горизонта является более дробным, по сравнению с представлением А.С. Мельниковой и др. [2].

В Тормосинской опорной скважине вскрыта толща объединенных верейских и мелекесских отложений мощностью 590 м. Они имеют сходный вещественный состав. В работе [2] приводятся литологическая колонка и палеонтологические сведения (рис. 2). Можно полагать, что типично верейские образования располагаются в интервале 2260–2387 м. Здесь выделяются три литологические пачки (снизу вверх): глинистая (2387–2346 м), глинисто-песчаниковая (2346–2295 м) и глинисто-алевролитовая (2295–2260 м). Фауна была обнаружена в прослоях следующих известняков (интервал 2270–2276 м): *Al. ex gr. aljutovica* Raus., *Eofusulina triangula* (Raus. et Bel.), *Profusulinella arta* Leon., *Pr. rhomboids* Lee et Chen., *Pseudostaffella subquadrata* Grozd. et Leb., *Ps. ex gr. pseudoquadrata* Man., *Ps. gorskyi* (Dutk.), *Ozawainella facoides* Man. Этот список в целом аналогичен приведенному Д.А. Кухтиновым с соавторами. Точно так же разрез разделяется на три части. Подобную биостратиграфическую характеристику верейских отложений по разрезам скважин Верховской площади приводили



Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Масштаб	Литологическая колонка	Мощность, м	Литологическая характеристика	Фаунистическая характеристика
Каменноугольная	Средний	Московский	Мячковский	1280		293	Известняки серые, зернистые, биоморфные, детритусовые, неравномерно перекристаллизованные и глинистые до перехода в мергель, неравномерно доломитизированные до перехода в доломит Песчаники серые, полимиктовые, глинисто-карбонатные Глины темно-серые, тонко-дисперсные и неравномерно алевритистые	<i>Quasifusulina discordis</i> Chern., <i>Fusulina elegans</i> Raus. et Bel., <i>E. consobrina</i> Raus., <i>E. quasifusulinoides</i> Raus., <i>F-lla rara</i> Schlyk., <i>Fusitella lancetiformis</i> Putr., <i>Profusulinella librovitchi</i> var. <i>perseverata</i> Saf.
				1330				
				1380				
				1430				
				1480				
			1530					
			Повольский	1580		390	Известняки серые и светло-серые, зернистые, органогенные, детритусовые, прослоями глинистые, доломитизированные, неравномерно перекристаллизованные, с прослоями глины темно-серых, неравномерно алевритистых, пиритизированных, прослоями до перехода в алевролит полимиктовый	<i>Fusulina elshanica</i> Putr. et Leont., <i>F. samarica</i> Raus. et Bel., <i>F. kamensis</i> Saf., <i>F-lla schwagerinoides</i> Deph., <i>Profusulinella syranica</i> Raus., <i>Pseudostafella sphaeroidea</i> var. <i>cuboides</i> Raus., <i>Ps. umbilicata</i> (Putr. et Leont.), <i>Putrella brazhnikovae</i> (Putr.)
				1630				
				1680				
				1730				
				1780				
			1830					
			Каширский	1880		304	Глины темно-серые, прослоями почти черные, неравномерно алевритовые до перехода в алевролит темно-серый, полимиктовый Песчаники светло-серые, почти белые, полимиктовые, с глинисто-карбонатными цементом, с хорошо выраженной горизонтальной слоистостью Известняки темно-серые, зернистые, органогенные и детритусовые, неравномерно глинистые	<i>Hemifusulina kashirica</i> Bolkh., <i>Fusulina postcitrinoides</i> Man., <i>F. pseudoelegans</i> Chern., <i>F. bona</i> Chern. et Raus., <i>F-lla subpulchra</i> Putr., <i>Eofusulina paratriangula</i> (Putr.), <i>Eof. triangula</i> var. <i>rasdorica</i> (Putr.), <i>Ps. topilini</i> Putr., <i>Ozawainella paratingi</i> Man.
				1930				
				1980				
				2030				
				2080				
			Верейский	2130		590	Переслаивание алевролитов, песчаников и глины. Алевролиты серые и темно-серые, полимиктовые Песчаники светло-серые, полимиктовые, с глинисто-карбонатным цементом, с обрывками обуглившихся растительных остатков Глины темно-серые, неравномерно алевритистые	<i>Eofusulina triangula</i> (Raus. et Bel.), <i>Aljutovella aljutovica</i> Raus., <i>Profusulinella</i> cf. <i>arta</i> Leont., <i>Pseudostafella subquadrata</i> Grozd. et Leb., <i>Ozawainella facoides</i> Man.
				2180				
				2230				
2280								
2330								
2380								
2430								

Рис. 2. Геологический разрез среднего карбона Тормосинской опорной скважины [2]

Е.Н. Семихатова [11] и В.Е. Лацкова с соавторами [12] для Саратовского Заволжья. Существенных отличий по составу фузулинид, по сравнению с данными Д.А. Кухтинова с соавторами, не отмечено, что позволяет использовать предлагаемые фораминиферовые зоны, несмотря на присутствие ряда транзитных видов.

В фациальном отношении верейские отложения принадлежат к лагунной и прибрежно-морской фациям наступающего морского бассейна, который после некоторого перерыва на границе башкирского и московского веков вновь развивался в Поволжье, а затем регрессировал в конце верейского времени. По сравнению с Подмосковьем, где часто наблюдаются перерывы седиментации между свитами, в Поволжье нижняя и верхняя границы бахметьевской свиты только условно соответствуют перерывам небольшой амплитуды. Внутри свиты падение уровня моря

не является пока что достоверно установленным. Подсвиты в Поволжье с некоторой степенью условности можно сопоставлять с подмосковными свитами.

Каширский горизонт C₂ks в Подмосковь [8] представлен неоднократно чередованием терригенных и карбонатных пород, которые подразделяются на четыре свиты и фораминиферовые зоны (снизу вверх): цнинскую (зона *Priscoidea priscoidea*), нарскую (зона *Hemifusulina moelleri-Beedeina pseudoelegans*), лопаснинскую (зона *Moellerites praecoloniae*) и смедвинскую (зона *Hemifusulina vozhgatica*). Границы свит совпадают с перерывами в осадконакоплении и в их основаниях в разных разрезах залегают то терригенные породы с обломками кремней, то известняки с обломками подстилающих образований. Перерывы соответствуют выраженным падениям уровня моря.



В Поволжье четко обособляются три района в едином регионе, охватывающем Волгоградско-Саратовское Правобережье (с юга на север), в которых каширские отложения имеют различный литологический состав, причем фораминиферовые комплексы не в полной мере совпадают с подмосковными, особенно на юге территории. В первом районе, в Тормосинском прогибе, подробно описанном Н.И. Погребновым с соавторами [17], А.С. Мельникова с соавторами [2] наблюдали увеличенные мощности трех литологических пачек (см. рис. 2): глинисто-известняковой (интервал 2168–2260 м), известняково-терригенной (2020–2168 м) и терригенно-известняковой (1995–2020 м). Авторы приводили литологическую и палеонтологическую характеристики отложений. Нижняя пачка складывается преимущественно известняками с подчиненными прослоями глин, алевролитов и песчаников, содержащих обугленные растительные остатки и конкреции сидеритов. В редких прослоях известняков установлены фузулиниды *Fusiela praecursor* var. *paraventricosa* Raus., *Fusulina schellwieni* Staff., *F. ninensis* Put., *F. subdistenta* Put., *F. postcitronoides* Man., *F. pseudoelegans* Chern., *Pseudostaffella ozawai* (Lee et Chen.), *Eofusulina triangula* var. *rasdorica* (Put.), *Profusulinella librovichi* (Dutk.), *Pr. prolivrovichi* Raus., появляются первые *Petrella gurovi* Put. В средней пачке наблюдается чередование глин, алевролитов, песчаников с подчиненными прослоями известняков. Встречены в значительных количествах *Eofusulina trianguliformis* Put., *Eof. rasdorica* (Put.), *Profusulinella pseudorhomboides* (Put.), *Pr. parva* var. *robusta* Raus. et Bel., *Pr. rhomboids* (Lee et Chtn.), *Pr. librovichi* (Dutk.), отмечено присутствие верейских видов. В верхней пачке фиксируется переслаивание известняков и глин. Первые породы составляют пять пластов мощностью 4–15 м. Характерен обедненный состав фузулинид. Встречены виды *Aljutovella* ex gr. *subaljutovica* Saf., *Al. aljutovica* Raus., *Al. postaljutovica* Saf., появляются *Dagmarella prima* Sol., *Fusulinella subpulchra* Put., *Fusulina meeki* (Dunb. et Cond.), отмечено присутствие видов, установленных в нижних пачках. Эти отложения предлагается обособить в чирскую свиту C_2chr с типовым разрезом по Тормосинской опорной скважине. Наименование стратона дано по одноименной структуре, в пределах которой расположена скважина.

Второй район ограничен Арчединскими поднятиями и прилегающей площадью. Здесь выделяются три литологические пачки: нижняя мергельно-известняковая, средняя известняково-песчано-глинистая и верхняя известняковая [2, 4]. По сравнению с Тормосинским прогибом мощности снижаются, в разрезах возрастает доля карбонатных пород. Нижняя пачка мощностью 30–70 м представлена в основном органогенно-обломочными известняками, содержащими примесь глинистого вещества, с прослоями

мергелей и известковистых алевролитистых глин. Меняется и состав фораминиферовых комплексов. А.С. Мельникова с соавторами приводили список фораминифер: *Eofusulina paratriangula* Put., *Eof. trianguliformis* Put., *Eof. triangula* var. *rasdorica* (Put.), *Fusulina subdistenta* Put., *F. ex gr. rasdorica* (Put.), *F. bona* Chern. et Raus., *F. postcitronoides* Man., *F. pseudoelegans* Chern., *Dagmarella prima* Sol., *Hemifusulina volgensis* (Put. et Leon.), *H. dutkevichi* (Put.), *H. aff. communis* Raus., *H. kashirica* Bolk., *H. pseudobocki* (Put. et Leon.), *H. moelleri* Raus., *H. consubrina* Raus., *Pseudostaffella topilini* Put., *Ps. pseudoquadrata* Man., *Ps. gorskyi* (Dutk.), *Schubertella magna* Lee et Chen., *Fusulinella subpulchra* Put., *Ozawainella paratingi* Man., *Oz. pseudoangulata* Man. Авторы считали, что это типично каширская ассоциация. Подробное вертикальное распространение фораминифер по разрезу верховских скважин приводила Е.Н. Семихатова [11]. К указанному списку она добавляла *Eof. acuta* Grozd. et Leb., *Eof. mutabilis* Raus., *Sch. acuta* Raus., *Ps. ozawai* Lee et Chen., *Ps. sphaeroidea* (Ehr.). В Николаевской опорной скважине дополнительно отмечалось присутствие *Aljutovella* cf. *postaljutovica* Saf., *Al. dilucida* Saf., *Eof. subtilissima* Put., *Profusulinella constans* Saf., *Pr. timanica* Raus. Г.М. Яриков с соавторами [14] отмечали встречаемость верейских форм в низах разреза. Из брахиопод они обнаружили *Phricodothyris asiatica* (Chao), *Dictyoclostus* cf. *obrazzowiensis* Iv., *Marginifera* cf. *borealis* Iv., *Krotovia* cf. *karpinskiana* (Jan.), *Chonetes carboniferus* Keys., *Canerinella* sp., *Orthoteta* sp., *Buxtonia* sp.

Средняя пачка представлена переслаивающимися глинами с обилием растительного детрита, разнозернистыми известковистыми песчаниками с растительными остатками, мергелями и органогенно-обломочными глинистыми известняками. Мощность колеблется в пределах 40–50 м с тенденцией увеличения в восточном направлении. В Николаевской опорной скважине она сложена преимущественно темно-серыми глинами. Здесь встречены брахиоподы *Meekella* aff. *venusta* (Traut.), *Pugnax* ex gr. *swallowiana* (Schum.), *Buxtonia* aff. *mosquensis* Iv., *Chonetes carboniferus* Keys., *Orthotetes* sp. А.С. Мельникова и др. указывали на присутствие фораминифер *Hemifusulina communis* Raus., *H. borealis* Raus., *H. acuta* Raus., *Ozawainella paratingi* Man., *Pseudostaffella mosquensis* Raus., которые наблюдались и в нижней пачке. Примерно такой же состав микрофауны указан Е.Н. Семихатовой для Верховской площади, хотя отмечены и некоторые новые виды.

Верхняя пачка представлена главным образом органогенно-обломочными глинистыми известняками с прослоями мергелей, доломитов и тонкослоистых известковистых глин, мощность которых составляет 80 м на Шляховской площади. Здесь встречены брахиоподы *Phricodothyris asiatica* (Chao), *Choristites* cf. *teshevi* Iv. et Iv., *Ch. cf. sowerbyi* Fish. var. *alata* Iv., *Chonetes carbon-*



iferus Keys., *Athyris* sp. [13]. Из фораминифер обнаружены массовые *Hemifusulina pseudobocki* (Put. et Leon.), *H. kashirica* Bolk., *H. proelengatula* Raus., *Fusulina bona* Chern. et Raus., *F. schellwieni* Staff., *F. apokensis* Raus., *F. pseudoelegans* Chern., *F. postcitronoides* Man., *F. rauserae* Chern., *F. juncta* Chern., *Fusulinella subpulchra* Put., *Fus. subcolaniae* Dalm., *Fus. praecolaniae* Saf., *Fus. colaniae* Lee et Chen., *Putrella gurovi* (Put.), *P. brazhnikovae* (Put.) [2]. В верхах каширского горизонта в Николаевской опорной скважине Г.М. Яриков с коллегами выявили обедненный комплекс несколько иного состава, в котором присутствуют нижнеподольские виды (*Fusulinella paraschubertellinoides* Raus., *Pseudostaffella umbilicata* (Put. et Leon.), *Ps. syzranica* Raus. et Saf., *Ps. ivanovi* Raus., *Fusulina* cf. *bona* Chern. et Raus., *Ozawainella tingi* (Lee)). В середине пачки установлены типичные каширские виды: *Hemifusulina moelleri* Raus., *H. pseudobocki* (Put. et Leon.), *Fusulinella subcolaniae* Dalm., *Fus. subcolaniae* var. *plana* Reitl., *Pseudostaffella topilini* (Put.) [14].

Между выделенными литологическими пачками исследователи не указывали следов перерывов в седиментации. Несмотря на некоторые отличия в составе фораминиферовых комплексов, все-таки можно видеть значительную общность ассоциаций. Особенности литологии и палеонтологическая характеристика позволяют рассматривать описанные отложения в качестве нового местного подразделения – верховской свиты C_2W_1 , разделенной на три подсвиты, соответствующие литологическим пачкам с заключенными в них комплексами фораминифер. Название свиты дано по Верховской структуре на юге Доно-Медведицких дислокаций, где расположены скважины Шляховской, Верховской площадей (см. рис. 1), в которых получены обширные литологические и палеонтологические данные. Е.Н. Семихатовой рекомендовались разрезы по скв. 1р, 3р, 16, 24 Верховской разведочной площади без указания интервалов глубин для этого подразделения. С учетом этих сведений свиту можно рассматривать в объеме фораминиферовых зон *Ozawainella digitalis*–*Aljutovella postaljutovica*, *Hemifusulina communis*–*H. kashirica*–*Fusulinella praecolaniae* и *Hemifusulina moelleri*–*H. pseudobocki*. Такая зональность отличается от принятой для Подмосковья, что объясняется своеобразием условий седиментации каширских отложений на юге Волгоградской области. В качестве парастратотипа можно принять разрез по Николаевской опорной скв. 2 с интервалами глубин для каждой подсвиты (сверху вниз) 2949–3039 м, 3039–3075 м, 3075–3167 м. В фациальном отношении верховская свита характеризует мелководный морской бассейн.

Нижняя граница свиты совпадает, очевидно, с перерывом [10], хотя многие исследователи не приводили каких-либо сведений по этому поводу. Продолжительность его была, вероятно,

незначительной, так как в низах каширских отложений отмечаются некоторые верейские виды фораминифер. Они в Саратовской области имеют цнинский возраст, для них характерно смещение разновозрастных фораминифер [16, 18]. Верхняя граница свиты является не вполне ясной. С одной стороны, в Николаевской опорной скважине отмечается обедненность фауны в верхах известняковой пачки, но одновременно встречаются виды, характерные для подольского горизонта. С другой – эта граница в Подмосковье фиксируется по перерыву в осадконакоплении, совпадающему с падением уровня моря. Более того, М.Х. Махлина с коллегами [8] считают, что с подольского горизонта начинается новый цикл седиментации, продолжающийся до конца дорогомилловского времени. Следовательно, будущие исследования в Нижнем Поволжье должны быть посвящены более подробному изучению взаимоотношений каширского и подольского горизонтов.

Совершенно иной (преимущественно карбонатный) литологический состав каширских отложений наблюдается в Саратовском Правобережье (третий район). Е.И. Чернова [13] изучила их биостратиграфию на Гусихинской, Тепловской, Елшанской и Курдюмской площадях, где выделила три фораминиферовые зоны (снизу вверх): *Profusulinella biconiformis* – *Hemifusulina communis*, *Aljutovella priscoidea* – *H. kashirica* и *H. pseudobocki*. В Заволжье В.Е. Лацкова с коллегами [12] выделили другие фораминиферовые зоны (снизу вверх); узкие *Ozawainella*–*Schubertella gracilis* var. *znensis* (мощность 10–20 м), *Hemifusulina communis*–*H. dutkevichi* (мощность 60–70 м) и *H. pseudobocki*–*H. kashirica* (мощность около 30 м).

М.Н. Соловьева на основе переизучения стратотипов в Подмосковье [19, 20] проанализировала состав фораминифер во многих разрезах каширских отложений на территории Русской платформы и показала необходимость выделения цнинского горизонта в низах каширского яруса. Недавно В.С. Губарева и Г.М. Сунгатуллина [21] вернулись к этому вопросу, так как в современной региональной стратиграфической схеме это подразделение в ранге горизонта отсутствует, но выделяется в ранге свиты [8]. М.Н. Соловьева, по данным В.Е. Лацковой и др., считала, что их самая нижняя зона *Ozawainella*–*Sch. gracilis* var. *znensis* должна относиться к цнинскому горизонту. Он характеризуется максимумом развития профузулинеллово-альютовелловых сообществ, хотя и несет черты преемственности от верейских комплексов. Это происходит по линиям родов *Aljutovella* и *Profusulinella*, причем представители первого рода усложняют свое строение (вместо субромбоидальных форм в верейских отложениях пришли веретенovidные, с округленными оборотами, со складчатостью (*priscoidea*)). Появляются *Hemifusulina volgensis*, развиваются *Pr. ovata*–*Pr. nuratavensis*. М.Н. Соловьева приводила следующий характерный состав комплекса: *Sch.*



gracilis znensis, *Sch. galenae*, *Oz. digitalis*, *Pr. prisca timanica*, *Pr. paratimanica*, *Pr. nuratavensis*, *Pr. ovata*, *Taitzeoella prolibrovichi*, *T. pseudolibrovichi*, *Al. parasaratovica*, *Al. saratovica*, *Al. priscoidea*, *Al. znensis*, *H. dutkevichi*, *H. volgensis*. В собственно каширских отложениях наблюдается иной состав комплекса: *Oz. vozgalica*, *T. pseudolibrovichi*, *H. kashirica*, *H. moelleri*, *H. communis acuta*, *Beedeina ozawai*, *B. paraozawai*.

По данным В.Е. Лацковой и др., в Пугачевской скв. 10 (интервал 752–784 м) обнаружены *Sch. gracilis* var. *znensis* Raus., *Sch. acuta* Raus., *Pseudostaffella* ex gr. *topilini* Put., *Profusulinella mutabilis* Saf., *Ps. biconiformis* Kir., *Pr. pseudolibrovichi* Saf., *Pr. praelibrovichi* Saf., *Pr. ovata* Saf., *Pr. prisca* Depr., *Aljutovella aljutovica* (Raus.) *Al. distorta* Leon., *Al. conspecta* Leon., а также

брахиоподы *Dictyocloctus* aff. *obraszoviensis* Iv., *Productus moelliri* Stuck., *Krotovia karpinskiana* Yan. При этом, судя по каротажной диаграмме, приводимой в работе [9], граница между цнинскими и собственно каширскими отложениями характеризуется четким минимумом на кривой электросопротивления и максимумом на кривой ПС, которые совпадают с пачкой известковистых глин и песчаников. Подобное поведение каротажных кривых, сопряженных с изменением состава фораминиферных комплексов, отмечается в работе [16], где авторы протрассировали границу от Правобережья до дальнего Заволжья Саратовской области. Наконец, Ю.М. Мартынов и И.А. Чернова [18] определенно выделяют цнинские отложения в разрезах ряда скважин на территории Саратовской области (табл. 1).

Таблица 1

Скважины в Саратовском Поволжье, вскрывшие цнинские отложения [18]

Разведочная площадь. Номера скважин	Интервалы глубин, м (мощность, м)	Разведочная площадь. Номера скважин	Интервалы глубин, м (мощность, м)
Пугачёвская 10	752–784 (32)	Советская 2	1220–1252 (32)
Песковатская 2	775–814 (39)	Сусловская 1	887–916 (29)
Багаевская 1	1138–1173 (35)	Александровская 28	1141–1183 (42)
Елшанская 2 с	281–320 (39)	Горючкинская 11/ 8 бис	1246–1285 (39)
Квасниковская 13	401–439 (38)	Красноармейская 3	1520–1549 (29)
Генеральская 6	721, 5–757 (35,5)	Иловлинская 17	1088,5–1126 (37,5)
Степновская 4	1123–1152 (29)	Каменская 4	1808–1846 (38)

В литологическом составе преобладают глинисто-карбонатные породы. В их основании прослеживается маломощная пачка глинистых известняков и известковистых глин, по подошве которых проводится граница между цнинскими и верейскими отложениями, что подтверждается палеонтологическими сведениями. Перекрывающие каширские образования представлены карбонатными породами, более чистыми от терригенных примесей. Это служит дополнительным признаком для расчленения стратонов, что хорошо видно в разрезе Пугачевской скважины [9]. Мощность цнинских отложений колеблется в пределах 25–45 м.

Изложенные свойства цнинских образований дают основание для их обособления в собственный стратон – квасниковскую свиту S_2^{kv} , начинающуюся разрез каширского горизонта в Саратовской области. Название дается по одноименной разведочной площади, в пределах которой в скв. 13 вскрыт наиболее мощный разрез. Очевидно, они характеризуют переходную зону осадконакопления между югом Волгоградской области и северными районами Поволжья. Здесь, видимо, отмечается углубление бассейна седиментации при одновременном снижении интенсивности привноса терригенного материала, который почти исчезает из разреза в более позднее каширское время. Свите присущ фораминиферный комплекс

Ozawainella digitalis – *Aljutovella priscoidea* – *Schubertella gracilis znensis*.

Существенно карбонатная часть каширских отложений описана Л.Н. Ивановой и Д.А. Кухтиновым [9], которые в качестве стратотипа выделенной ими ириновской свиты S_2^{ig} приняли разрез по Пугачевской опорной скв. 10 (интервал 629–752 м) с изображением каротажной диаграммы. Заметим, что нижняя часть разреза до глубины 752 м ошибочно отнесена ими к ириновской свите.

По литологическим особенностям разрез свиты делится на три части. Низы (интервал 720–752 м) сложены буроватыми неравномерно глинистыми известняками. Е.И. Чернова [13] отмечала присутствие глинистых и доломитизированных разностей в Тепловском и Елшанском районах. Комплекс фораминифер, по данным Л.Н. Ивановой и Д.А. Кухтинова, представлен единичными *Aljutovella postaljutovica* Saf., частыми *Profusulinella eolibrovichi* Saf., *Pr. prolibrovichi* Raus., *Pr. pseudolibrovichi atelica* Raus., *Pr. biconiformis* Kir., *Pr. prisca timanica* Kir., *Pr. prisca* (Depr.), *Pseudostaffella antiqua* (Dutk.), *Ps. gorskyi* (Dutk.), *Ps. umbilicata* (Put. et Leon.), *Eofusulina triangulata* (Raus. et Bel.). Встречаются также брахиоподы *Neochonetes carboniferus* (Keys.), *Choristites priscus* Eich. Е.И. Чернова дополнительно определила из фораминифер *Pr. polasnensis* Saf.,



Schubertella obscura Lee et Chen., *Sch. galinae* Saf., *Sch. acuta* Raus., *Ps. composita* Grozd. et Leb., а также указала на присутствие водорослей *Beresella*. Целесообразно такой состав следует относить к зоне *Profusulinella prolibrovichi* – *Pr. biconiformis*.

В средней части разреза (интервал 654–720 м) залегают буро-серые органогенные глинистые известняки. Е.И. Чернова отмечала присутствие доломитов и доломитизированных известняков. Точно так же В.Е. Лацкова с соавторами указывали на неоднократную повторяемость определенных типов пород: глинистых, доломитизированных и сравнительно однородных известняков, что свидетельствует о подвижном гидродинамическом режиме на разных участках бассейна. При этом полнота циклитов различна: иногда отсутствуют нижние (глинистые) элементы, порой не наблюдаются верхние (карбонатные) части. На этом уровне встречены фораминиферы *Fusulinella schubertellinoides elschanica* Raus., *Aljutovella priscoidea* (Raus.), *Al. saratovica* (Put. et Leon.), *Al. complicata* Saf., *Profusulinella prisca* (Depr.), *Pr. pseudolibrovichi* Saf., *Pr. paratimanica* Kir., *Pr. eolibrovichi* Saf., *Hemifusulina bocki* Moell., *H. pseudobocki* Put. et Leon., *Pseudostaffella timanica* Raus., *Ps. gorskyi* (Dutk.), *Ps. conspecta* Raus., *Ps. umbilicata* (Put. et Leon.), *Eofusulina paratriangula* Put., *Schubertella galinae* Saf., *Sch. gracilis* Raus. и брахиоподы *Marginifera kashirica* Iv., *Choristites priscus* Eich., *Neochonetes carboniferus* (Keys.), *Dictyoclostus moelleri* Stuck., *Krotovia karpinskiana* Jan. Дополнительно Е.И. Чернова определила *Hemifusulina communis* var. *acuta* Raus., *H. splendida* Saf., *Fusulina* ex gr. *ozawai* Raus. et Bel., *F.* ex gr. *punila* Thom., *Fusulinella* aff. *subpulchra* Put., *Profusulinella ovata* Raus., *Schubertella obscura* Lee et Chen. В.Е. Лацкова с соавторами отмечали, что к этой части разреза приурочен расцвет гемифузулин, а также дополнили список видами *Schubertella minima* Sos., *Pseudostaffella ivanovi* Raus., *Ps. syzranica* Raus. и мелкими фораминиферами *Haplophragmina kashirica* Reitl., *Textularia* ex gr. *grandis* Reitl., *T. composita* Reitl. По этому составу ассоциаций фораминифер вмещающие отложения могут быть соотнесены с зоной *Hemifusulina communis* – *Profusulinella librovichi*.

Разрез свиты заканчивается пелитоморфными, органогенно-обломочными, слабоглинистыми известняками (интервал 629–654 м) с остатками фораминифер *Hemifusulina bocki* Moell., *H. pseudobocki* (Put.), *H. dutkevichi* Put., *H. communis* Raus., *Pseudostaffella ivanovi* Raus., *Ps. topilini* Kir., *Ps. umbilicata* Put., *Ps. sphaeroidea* (Eich.), *Profusulinella syzranica* Raus. et Saf., *Pr. polasnensis* Raus., *Pr. librovichi* Dutk., *Pr. eolibrovichi* Saf., *Pr. biconiformis* Kir., *Pr. ovata* Raus., *Schubertella gracilis* Raus., *Sch. acuta* Raus., *Sch. magna* Lee et Chen., брахиопод *Choristites* ex gr. *priscus* Eich., *Neochonetes carboniferus* (Keys.), многочисленных и разнообразных водорослей (*Ungdarella*,

Beresella). В.Е. Лацкова с соавторами считали комплекс обедненным и представленным теми же видами, которые встречаются в средней части. По данным Е.И. Черновой, в верхах пачки отмечается большая встречаемость видов *H. pseudobocki*, *Ps. umbilicata*, *Ps. sphaeroidea*, *Ps. topilini*, *Pr. librovichi*, *Pr. ovata*. По данному составу фораминифер верхнюю пачку следует относить, очевидно, к зоне *Hemifusulina pseudobocki*.

Нижняя граница свиты определяется по смене квасниковских карбонатно-терригенных пород на карбонатные образования, причем в основании залегают глинистые известняки, свидетельствующие о вероятном обмелении или перерыве. Верхняя граница проводится по кровле серых глинистых известняков с массовыми брахиоподами *Neochonetes carboniferus* (Keys.) и фораминифер *Hemifusulina*, а также по подошве органогенных известняков с подольскими фораминиферами рода *Putrella*.

Имеющиеся палеонтологические данные [9, 12, 13] и сходство литологического состава пород в ближнем Заволжье и на Правобережье позволяют относить ириновскую свиту к каширскому горизонту. Выделенные литологические пачки лучше рассматривать в качестве подбит, отражающих пространственные и временные изменения обстановок осадконакопления на различных участках рассматриваемой территории.

Подольский горизонт С₂pd в стратотипической местности (Подмосковье) представлен главным образом карбонатными породами. На основании детального изучения разрезов с использованием литологического, микрофаунистического и циклостратиграфического методов они подразделены на три свиты (снизу вверх): васькинскую, улитинскую и щуровскую, верхние и нижние границы которых приходятся на перерывы в осадконакоплении. Для них приводится состав фораминиферных [8], конодонтовых [6, 8], мшанковых [7] и брахиоподовых [5] комплексов.

В Поволжье подольские образования распространены повсеместно. Они отсутствуют лишь в районе Хоперской моноклинали. По данным А.С. Мельниковой и др. [2], мощности варьируют в пределах 120–200 м с ростом величин по направлению к Приволжской моноклинали. В общем виде по литологическим признакам авторы [2] отметили присутствие терригенных пород в низах разреза и преобладание известняков и доломитов в его верхах с сокращением доли первых к востоку и северу.

На юге (Тормосинская скв. 1, рис. 2,) наблюдаются иной литологический состав и существенно большие величины мощностей. А.С. Мельникова с соавторами разделили разрез общей мощностью 390 м (интервалы глубин 1540–1930 м) на десять пачек (снизу вверх): 1) глинистую (18 м), 2) известняково-глинистую (60 м), 3) глинисто-алевритовую (10 м), 4) известняковую (15 м), 5) алевритово-глинистую (32 м), 6) из-



вестняковую (120 м), 7) известняково-глинистую (21 м), 8) известняковую (68 м), 9) алевроит-песчаную (32 м), 10) известняковую (14 м). В целом преобладают известковистые глины, содержащие растительные остатки. Известняки микрочернистые органогенно-обломочные, редко отмечаются доломитизированные разновидности. Эти пачки можно объединить в пять циклитов, каждый из которых начинается терригенными породами и заканчивается известняками. Они имеют меняющиеся мощности: I–78 м (пачки 1 и 2); II–25 м (пачки 3 и 4); III–152 м (пачки 5 и 6); IV–89 м (пачки 7 и 8); V–46 м (пачки 9 и 10). В них в низах разреза определены фузулины *Fusulina pseudoelegans* Raus. et Bel., *F. bona* Chern. et Raus., *Putrella gurovi* Put., *P. cf. donetziana* (Lee), *P. cf. brashnikovae* (Put.), *Profusulinella cf. librovichi* (Dutk.). Выше в прослоях известняков установлены виды, характерные для подольского горизонта Приволжской моноклинали, дополнительно определены частые псевдоштаффулы *Pseudostaffella imbilicata* Put. et Leon., *Ps. syzranica* Raus., *Ps. sphaeroidea* var. *cuboides* Raus., *Ps. larionovae* Raus. et Saf. Редкая встречаемость микрофауны не позволяет выделять фораминиферовые зоны для каждой литологической пачки. Учитывая преимущественно терригенный состав подольских отложений, развитых на юге Волгоградской области, целесообразно обособить их в самостоятельный местный стратон-аксеновскую свиту C_2 ак по названию пос. Верхнеаксеновский, находящегося вблизи Тормосинской скважины. Разрез по ней в указанных интервалах глубин принимается в качестве стратотипического с описанной общей палеонтологической характеристикой. Ареал свиты ограничен районом Донской Луки.

Наиболее полно охарактеризован карбонатный разрез, вскрытый Николаевской опорной скв. 2 (интервал 2792–2949 м), расположенной на левом берегу Волги вблизи г. Камышина [14] (рис. 3). Его предлагается принять в качестве стратотипического для нового местного подразделения – терновской свиты C_2 тр. Название дано по населенному пункту Терновка Волгоградской области, неподалеку от которого была пробурена скважина.

Г.М. Яриков с соавторами [14] расчленили этот разрез на пять пачек. Нижняя известняковая пачка (49 м) сложена темно-серыми слабо доломитизированными глинистыми известняками с редкими прослоями (1–2 м) темно-серых алевроитистых глин. В низах ее обнаружены остатки фораминифер каширского и подольского возраста – *Hemifusulina paraelliptica* Raus., *H. communis* Raus., *H. communis* var. *acuta* Raus., *H. nataliae* Raus., *H. firma* Raus., *Profusulinella prolibrovichi* Saf., *Pr. pseudolibrovichi* Saf., *Pseudostaffella syzranica* Raus. et Saf., *Ps. larionovae* Raus. et Saf., *Ps. ozawai* var. *compacta* Man., *Ps. umbilicata* (Put. et Leon.), *Ozawainella pseudo-rhomboides* Raus., *Oz. paratingi* Man., *Oz. tingi* (Lee), *Fusulina bona*

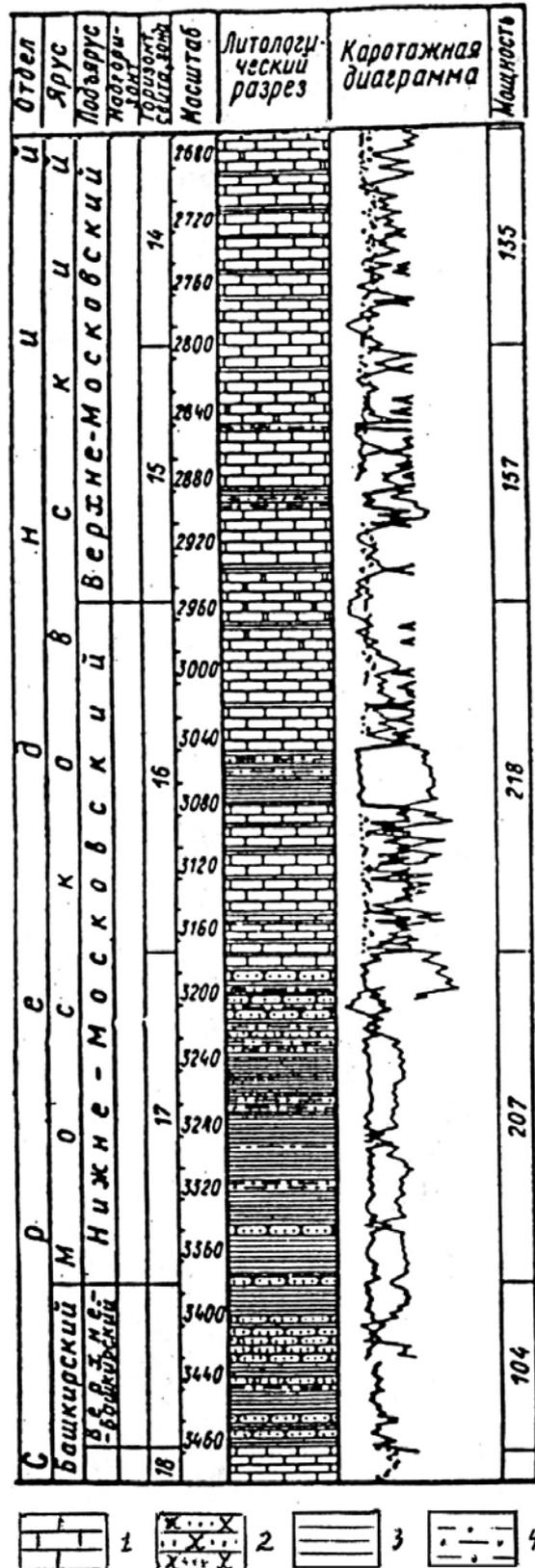


Рис. 3. Геологический разрез среднего карбона Николаевской опорной скважины [14]: 1 – известняки; 2 – песчаники; 3 – глины; 4 – алевролиты; горизонты: 14 – мячковский; 15 – подольский; 16 – каширский; 17 – верейский



Chern. et Raus., *Putrella eicharevi* Put. В меньшем количестве встречены типичные подольские виды *Fusulina vaskinensis* Raus., *F. dundari* Sosn., *Fusulinella paracolaniae* Raus., *Fus. colaniae* Lee et Chen., *Fus. borealis* (Raus.), *Oz. kurochovensis* Man. Обнаружены также брахиоподы *Krotovia* cf. *carpinskiana* (Jan.), *Dictyoclostus* ex gr. *moelleri* (Stuck.), *Chonetes carboniferus* Keys., *Orthotetes* cf. *regularis* (Waag.), *Choristites teshevi* Iv. et Iv., *Meekella* cf. *exima* (Eichw.).

Вторая алевролитово-глинистая пачка с прослоями песчаников (22 м) принята в качестве маркирующего репера в разрезах Волгоградско-Саратовского Поволжья. Органические остатки в ней не обнаружены. Третья известняковая пачка (34 м) сложена органогенно-обломочными перекристаллизованными, в различной степени глинистыми и доломитизированными известняками серой окраски с редкими прослоями доломитов, содержащими остатки немногочисленных фораминифер *Fusulina vaskinensis* Raus., *F. timanica* Raus., *F. schellwieni* Staff., *Fusulinella rasdorica* Sem., *Putrella licharevi* Put., *Profusulinella pseudolibrovichi* Saf., *Ozawainella paratingi* Man., *Hemifusulina moelleri* Raus. и брахиопод *Chonetes carboniferus* Keys., *Krotovia carpinskiana* (Jan.). К четвертой маломощной пачке (3 м) отнесены темно-серые известковистые, алевролитистые глины с частыми фрагментами колоний мшанок и обломками раковин брахиопод. Верхняя, пятая, пачка (49 м) сложена серыми слабо доломитизированными и неравномерно глинистыми, часто перекристаллизованными и пористыми органогенными известняками, содержащими редкие прослои доломитов. В породах встречен характерный комплекс фораминифер *Fusulina kamensis* Saf., *F. cf. aspera* Chern., *F. rauserae* Chern., *F. cf. juncta* Chern., *F. cf. vaskinensis* Raus., *F. cf. distenta* Roth. et Skin., *Fusulinella schwagerinoides* var. *ovalis* Reit., *Fus. cf. colaniae* Raus., *Fus. rasdorica* Sem., *Fus. decurta* Leit., *Fus. cf. praebocki* Raus., *Fus. vozgalensis* var. *devexa* Raus., *Fus. ascherinensis* Sem., *Fus. schwagerinoides* Dep., *Profusulinella* cf. *pseudolibrovichi* Saf., *Pseudostaffella umbilicata* (Put. et Leon.), *Ps. cf. syzranica* Raus. et Saf., *Ps. sphaeroidea* Ehr., *Hemifusulina* cf. *bocki* Raus. и брахиоподы *Chonetes carboniferus* Keys., *Concrinella* sp.

А.С. Мельникова с соавторами [2] для большей части территории Волгоградской области, Е.Н. Семихатова [11] для юга Доно-Медведицких дислокаций, В.Е. Лацкова с соавторами [12] для Саратовского Заволжья и Е.И. Чернова [13] для Саратовского Правобережья приводили обширные данные по составу комплексов фораминифер подольского горизонта. Е.И. Чернова предложила зональное деление, сходное с подмосковным.

По данным Е.И. Черновой, нижняя зона *Putrella brazhnikovae* характеризуется комплексом, в котором, помимо вида-индекса, часто встречаются *Hemifusulina splendida* var. *globulosa* Saf., *Fusulina*

dunbari Sos., *F. meeki* (Dunb. et Cond.), *F. ozawai* Raus. et Bel., *F. consobrina* Saf., *F. pumila* var. *septata* Put., *Fusulinella pseudobocki* Lee et Chen., *Profusulinella pseudolibrovichi* Saf., *Pr. praelibrovichi* Saf., *Pr. librovichi* (Dutk.), *Ozawainella mosquensis* Raus., *Oz. paratingi* Man., *Oz. angulata* (Col.), *Oz. pseudoangulata* Put., *Eofusulina trianguliformis* (Put.), *Schubertella donetzica* Put., *Sch. obscura* var. *compressa* Raus., *Fusiella pulchella* Saf. Можно предположить, что к этой зоне относятся первые литологические пачки, описанные Г.М. Яриковым и А.С. Мельниковой с соавторами.

Следующая зона *Fusulinella colaniae* (по Е.И. Черновой) выделена по комплексу, в составе которого определены *Fusulinella colaniae* Lee et Chen., *Fus. paracolaniae* Saf., *Fus. vozgalensis* Saf., *Fus. praecolaniae* Saf., *Pseudostaffella ozawai* Lee et Chen., *Fusulina adelpha* Saf., *Fusulina rauserae* Chern., *F. ozawai* Raus. et Bel., *F. juncta* Chern., *F. timanica* Raus., *F. schellwieni* Staff., *F. vaskinensis* Raus., *Fusiella pulchella* Saf., *Fusiella typica* Lee et Chen., *Hemifusulina bocki* Moell., *H. bocki* var. *fusififormis* Brazh., *H. splendida* var. *globulosa* Saf. К зоне следует относить вторую и третью пачки, записанные Г.М. Яриковым и др. и пачку перекристаллизованных известняков, изученную А.С. Мельниковой и др.

Верхняя зона *Fusulina aspera* Е.И. Черновой отлична от подмосковной *Fusulinella chernovi*. Комплекс представлен видами *Fusulina aspera* Chern., *F. lucida* Chern., *F. rauserae* Chern., *F. elegans* Raus. et Bel., *F. ozawai* Raus. et Bel., *Pseudostaffella ozawai* Lee et Chen., *Ps. umbilicata* Put., *Ps. sphaeroidea* (Ehr.), *Fusiella typica* Lee et Chen. Е.И. Чернова отмечала обедненность состава в верхах зоны. Вероятно, этой зоне должны соответствовать четвертая и пятая пачки, изученные Г.М. Яриковым и др. и доломитово-известняковая пачка, описанная А.С. Мельниковой и др.

По поводу характера контактов с ниже- и вышележащими горизонтами в литературе приводится мало сведений. Обычно нижняя граница проводится по кровле глинистых известняков, содержащих массовые раковины брахиопод *Neochonetes carboniferus* (Keys.) и фораминифер *Hemifusulina*, и по подошве светлоокрашенных органогенных известняков с типичными видами рода *Putrella* подольского возраста. Однако эти критерии не очень надежны, так как фоссилии встречаются в довольно широком интервале. В.Е. Лацкова с соавторами [12] рекомендовали проводить границу по появлению *Putrella brazhnikovae* Put. и в случае частой встречаемости *Fusulinella colaniae* Lee et Chen., но указывали на вероятный диапазон границы в пределах 20 м. В разрезах скважин, расположенных вблизи Донской Луки, Е.Н. Семихатова [11] отмечала редкую гальку в песках, залегающих в основании темно-серых глинистых известняков, содержащих типичную подольскую фауну. Эти наблюдения позволяют предполагать размывной характер



нижней границы терновской свиты, о чем свидетельствует также частое присутствие глин, иногда песчаников и глинистых известняков, залегающих в основании.

Верхняя граница подольского горизонта в Поволжье является условной и обычно проводится среди известняков. Она совпадает с отсутствием или обеднением фауны в кровле пород и с появлением мячковских фораминифер в вышележащих отложениях. Кроме фаунистических особенностей, Е.Н. Семихатова указывала на присутствие гальки в песках, залегающих в подошве детритовых известняков мячковского горизонта. Такая же картина отмечалась Г.М. Яриковым с соавторами по Николаевской скважине, принятой в качестве стратотипа для терновской свиты.

Внутри нее границы между пачками определяются литологическими особенностями и составом фораминиферовых комплексов. Но имеющиеся данные показывают, что с юга на север наблюдается смещение терригенных пород вверх по разрезу. Аналогичное поведение свойственно и пачке перекристаллизованных известняков. Тем не менее общая устойчивость смены литологии пород на всей территории Волгоградско-Саратовского Поволжья (к северу от Донской Луки) позволяет рекомендовать описанные пачки в качестве подсвит, которые совпадают по объему с выделенными фораминиферовыми зонами. По литологическим и палеонтологическим особенностям терновскую свиту можно отнести к прибрежно-морской и мелководной фациям, формировавшимся в условиях пульсационной трансгрессии морского бассейна. При этом площадь Донской Луки принадлежит к его периферии. В пользу такой трактовки свидетельствует цикличность разреза. Выделенные подсвиты имеют двучленное строение. Они состоят из нижней глинистой и верхней карбонатной частей.

Мячковский горизонт C_2ms . По комплексу признаков в Подмоскве разрез разделяется на три свиты (снизу вверх): корбчевскую, домодовскую и песковскую, которые залегают между собой то согласно (первые две), то с размывом (между второй и третьей). Точно так же отмечается перерыв на границе среднего и верхнего отделов карбона. Для них выделяются комплексы разнообразной фауны [8].

На большей части территории Поволжья в горизонте преобладают карбонатные породы. Однако на юге Волгоградской области наблюдается иной тип разреза. Здесь в Тормосинской скв. 1 (интервал 1247–1540 м) по данным [2, 4] описана значительная доля терригенной составляющей (см. рис. 2). По литологическим особенностям выделяется десять пачек (снизу вверх): 1) алевролитово-глинистая (39 м), 2) известняковая (9 м), 3) глинистая (20 м), 4) известняковая (12 м), 5) алевролитово-песчано-глинистая (67 м), 6) известняковая (27 м), 7) известняково-глинисто-алевролитовая (58 м), 8) известняковая (14 м), 9) глинисто-алевролитовая (14 м),

10) алевролитово-известняковая (25 м) [13]. А.С. Мельникова с соавторами отмечали присутствие пестроокрашенных глин, а в алевролитах – обугленных растительных остатков. Эти данные можно принять за стратотипическое описание новой басакинской свиты C_2bs (название дано по пос. Басакино, расположенному вблизи Тормосинской скважины). Она относится к прибрежно-морской фации мячковского горизонта. Ее ареал ограничен самым югом Волгоградской области (до северной излучины Донской Луки).

А.С. Мельникова с коллегами в низах горизонта обнаружили бедную фауну фузулинид, встречающихся и в подольских породах: *Fusulina* cf. *elegans* Raus. et Bel., *Fusulinella* cf. *vozhgalensis* Saf., *Profusulinella biconiformis* Kir. В четвертой пачке были определены фораминиферы *Quasifusulina discordis* Chern., *Putrella brazhnikovae* (Put.), *Fusulinella rara* Schlyk., *Fus. helenae* Raus., *Pr. librovichi* var. *perseverata* Saf., а в шестой, седьмой восьмой пачках – *Pseudotriticites fallax* Chern., *Fusiella lancetiformis* Put., *Fusulina donetziana* Put., *F. elegans* Raus. et Bel., *F. ex gr. angelinae* Put. По такому составу комплекса трудно сопоставить вмещающие породы с фораминиферовыми зонами Подмосквы.

Указанные выше пачки можно объединить в литологические циклиты, в которых сочетаются терригенные (в низах) и карбонатные (в верхах) отложения. В этом случае первая и вторая пачки составят I циклит (мощностью 48 м), в котором установлена бедная фауна; третья и четвертая пачки – II циклит (мощностью 32 м), в котором наблюдаются широко распространенные виды фораминифер; пятая и шестая пачки – III циклит (мощностью 94 м), в породах которого обнаружена более богатая фауна; седьмая и восьмая пачки – IV циклит (мощностью 72 м); девятая-одиннадцатая пачки – V циклит (мощностью 39 м), где появляются верхнемячковские виды. Эти циклиты характеризуют пульсационное наступление моря.

На основе результатов микрофаунистических исследований Е.Н. Семихатовой на юге Доно-Медведицких дислокаций можно выделить следующие фораминиферовые зоны (снизу вверх): *Fusulina elegans*–*Fusulinella vozhgalensis*, к которой можно отнести I циклит (или подсвиту); *Fusulinella bocki*, соответствующую II циклиту (подсвите); *Putrella brazhnikovae*–*Fusulinella rara* – III циклиту (подсвите); *Fusulina donetziana*–*F. cylindrica* – IV циклиту (подсвите); *Fusulinella schwagerinoides*–*Protriticites fallax* – V циклиту (подсвите). Такое сопоставление является предварительным. Необходимы более детальные исследования по расчленению мячковских отложений на юге Волгоградской области, чтобы проследить характер осадконакопления и эволюции биоты по мере развития трансгрессии.

Карбонатный тип разреза начинается от северной периферии Арчединских поднятий. По литологическим особенностям А.С. Мельникова с соавторами [2] выделяли пачки стилолитизи-



рованных известняков, слабо перекристаллизованных известняков, глинистых и трещиноватых известняков. Карбонатные породы представлены серыми стуктовыми и стуктово-детритовыми разновидностями. Отмечались редкие прослойки пористых известняков и зеленовато-серых слоистых глин. В первой пачке встречены мячковские фораминиферы – *Quasifusulina discordis* Chern., *Fusulina quasifusulinoides* Raus., *Putrella brazhnikovae* var. *korobcheevi* Raus., *Fusulinella helenae* Raus., *Fus. bocki* Moell., *Fus. schwagerinoides* (Depr.), *Ozawainella* cf. *angulata* (Col.). Во второй пачке обнаружены те же виды фузулинид и впервые появляются *Fus. fluxa* Raus., *Fus. vozhgalensis* var. *devexa* Raus., *Fus. vozhgalensis* var. *molokonensis* Raus. В третьей пачке присутствуют многочисленные и разнообразные по составу виды фузулинид. Впервые появляются здесь *Fusulina bella* Sem., *F.* cf. *nytvica* var. *callosa* Raus., *F. parabelocalitvinica* Put., *Fus. pseudobocki* var. *ovoides* Raus. В четвертой пачке отмечены те же виды.

Г.М. Яриков с соавторами [14] описали мячковские отложения в Николаевской опорной скв. 2 (интервал 2657–2792 м). Разрез они разделили на три пачки. Нижняя из них (интервал 2753–2792 м) сложена органогенно-обломочными известняками с фораминиферами *F. samarica* Raus. et Bel., *F. paradiستا* Saf., *F. distenta* Roth et Skin., характерными для пограничной зоны между подольским и мячковским горизонтами, а также присутствуют типично мячковские формы – *Fusulinella bocki* Moell., *Fus. schwagerinoides* (Depr.), *Fus. soligalichi* var. *polasnensis* Dalm., *Fus.* cf. *intemerda* Raus., *Fus. pseudobocki* Lee et Chen. Кроме того, встречены брахиоподы *Choristites* cf. *sowerbyi* Fisch., *Phricodothyris asiatica* (Chao), *Chonetes carboniferus* Keys., *Krotovia* cf. *carpinskiana* (Jan.). Средняя пачка (интервал 2685–2753 м) представлена органогенно-обломочными, реже водорослевыми известняками, содержащими остатки исключительно мячковских фораминифер – *Fus. archedensis* Sem., *Fus. polasnensis* Dalm., *Fus. timanica* Raus., *Fus.* cf. *mosquensis* Raus et Saf., *Fus. bocki* Moell., *Fus. schwagerinoides* (Depr.), *Fus. podolskensis* Raus. Появляются первые *Protriticites ovatus* Put., *Pr. pseudomontiparus* Kir. Верхняя пачка (интервал 2657–2685 м) состоит из тонкозернистых доломитизированных и микростуктовых органогенных известняков. Наряду с фузулинеллами из группы *Fus. bocki* и *Fus. schwagerinoides* были определены фузулины с удлиненно-ромбической формой раковины – *Fusulina donetziana* Put., *F.* cf. *belokalitvinica* Put., *F. cymjanica* Put., *F. parabelokalitvinica* Put., *F.* ex gr. *nytvica* Raus. В кровле отмечен органогенный известняк с мячковскими фораминиферами.

Автором этой статьи выделяются следующие фораминиферовые зоны (снизу вверх): *Fusulinella bocki*, включающую первые пачки, по А.С. Мельниковой с соавторами и Г.М. Ярикову с соавторами; *Fusulinella podolskensis*–*Fus. schwagerinoides* (вторая и третья пачки, по А.С. Мельниковой с соавторами, средняя пачка, по Г.М. Ярикову с

соавторами); *Fusulina belokalitvinica*–*Protriticites ovatus*, соответствующую верхним литологическим пачкам, выделенным указанными исследователями коллективами.

Границы подольского и мячковского горизонтов и среднего и верхнего карбона обосновывались Е.Н. Семихатовой [11] по биостратиграфическим данным, при этом отмечалось наиболее резкое изменение комплексов на границе ярусов. Она описывала разрезы по ряду скважин на юге Доно-Медведицких дислокаций с приведением обширного списка фораминифер. Следует отметить некоторые ее биостратиграфические выводы: 1) сообщество псевдоштаффел, по сравнению с подольским временем, значительно обеднено; 2) в мячковское время широкое распространение получили фузулинееллы; некоторые из них пришли из подольских слоев (*Fus. bocki*, *Fus. pseudobocki*, *Fus. helenae*, *Fus. mosquensis*, *Fus. rara*), другие появились впервые (*Fus. soligalichi*); 3) виды *Fus. bocki* и *Fus. pseudobocki* приобретают все черты типичной мячковской фауны; 4) в верхах горизонта появляется вид *Fus. pulchra*. Так же широко распространены представители рода *Fusulina*, сходные с описанными выше. Е.Н. Семихатова считала, что можно выделить три цикла мячковского осадконакопления, которым соответствуют свои сообщества микрофауны: нижний (35–40 м), средний (45–53 м) и верхний (35–40 м).

Е.И. Чернова [13] обобщила фаунистические данные, полученные при изучении керна ряда скважин, пробуренных вблизи Жирновска, и выделила три части, сложенные в основном известняками. Для нижней части характерными видами являются представители группы *Fus. bocki*–*Fusulina distenta* Roth et Skin., *F. samarica* Raus. et Bel., *F. elegans* Raus. et Bel. Она приводила большой список форм. В середине разреза появляются виды *Pseudotrivicites mirandus* (Grozd.), *F. panconensis* (Lee) и представители группы *Fus. pulchra*. Она отмечала присутствие брахиопод *Choristites priscus* Eich., *Ch. priscus* var. *senilis* Iv., *Ch. sowerbyi* Fisch., *Ch. uralicus* var. *brevicula* Iv. et Iv., *Brachythyridina strangwaysi* Vern., *Productus cancriniformis* Tschern., *Pr. acullatus* Mart., кораллов *Amplexus rossicus* Stuck., *Bothrophyllum volgense* Stuck. В верхней части обнаружены в массовом количестве фораминиферы *F. elegantissima* Man., *Pseudotrivicites fallax* Chern. В работе приведен обширный список встреченных видов.

Литологически и палеонтологически изученные мячковские отложения предлагается рассматривать в качестве мельничной свиты С₂ml. Название дано по Мельничному оврагу на правом берегу р. Медведицы вблизи г. Жирновска Волгоградской области, где породы вскрыты в обнажениях и карьерах. Разрезы пробуренных здесь скважин, изученные Е.Н. Черновой [13], можно рассматривать в качестве парастратотипических. За стратотип свиты следует принять разрез по Николаевской опорной скв. 2, где фиксируются нижняя и верхняя границы



подразделения. Описанные литологические пачки можно рассматривать в качестве подсвет, хотя границы между ними являются не вполне четкими и резкими в относительно однородном известняковом разрезе. Карбонатные породы мельничной свиты характеризуют стадию заметного углубления морского мелководного бассейна, когда в основном отсутствовал привнос терригенного материала. Однако в конце мячковского времени фиксируется перерыв седиментации, свидетельствующий о некотором обмелении моря.

Заключение

Представленные сведения позволяют произвести сопоставление местных подразделений московского яруса Нижнего Поволжья и Подмосковья между собой и с региональными стратонами (табл. 2). Анализ фактических материалов дает возможность выявить ряд интересных особенностей, касающихся размещения и изменения литологического состава местных подразделений в течение московского века.

Таблица 2

Сопоставление региональных и местных стратиграфических подразделений московского яруса Подмосковья и Нижнего Поволжья

Горизонт	Подмосковье [8]		Нижнее Поволжье			
	Свиты	Фораминиферовые зоны	Северные районы		Южные районы	
			Свиты	Фораминиферовые зоны	Свиты	Фораминиферовые зоны
Мячковский C ₂ mc	Песковская C ₂ ps	<i>Protriticites ovatus</i>	Мельничная C ₂ m (три подсвиты карбонатного состава)	<i>Fusulina belokalitvinica</i> – <i>Protriticites ovatus</i>	Басакинская C ₂ bs (пять подсвит терригенно-карбонатного состава)	<i>Fusulinella schwagerinoides</i> – <i>Protriticites fallax</i>
		<i>Fusulinacylindrica</i>		<i>Fusulinella podolskensis</i> – <i>Fus. Schwagerinoides</i>		<i>Fusulina donetziana</i> – <i>F. cylindrica</i>
	Домодедовская C ₂ dm	<i>Fusulinella bocki</i>		<i>Putrella brazhnikovae</i> – <i>Fusulinella rara</i>		
Коробчеевская C ₂ kb	<i>Fusulinella bocki</i>			<i>Fusulinella bocki</i>	<i>Fusulinella bocki</i>	<i>Fusulina elegans</i> – <i>Fusulinella vohzgalensis</i>
Подольский C ₂ pd	Щуровская C ₂ sr	<i>Fusulinella chernovi</i>	Терновская C ₂ t (три подсвиты карбонатного состава)	<i>Fusulina aspera</i> – <i>F. lucida</i>	Аксеновская C ₂ ak (10 терригенно-карбонатных пачек)	Фораминиферовые зоны не выделяются
	Улитинская C ₂ ul	<i>Fusulinella colaniae</i> – <i>Fusulina ulitinensis</i>		<i>Fusulinella coraniae</i>		
	Васькинская C ₂ vs	<i>Putrella brazhnikovae</i>		<i>Putrella brazhnikovae</i>		
Каширский C ₂ ks	Смедвинская C ₂ sm	<i>Hemifusulina vohzgalica</i>	Ириновская C ₂ ig (три подсвиты карбонатного состава)	<i>Hemifusulina pseudoboeki</i>	Верховская C ₂ vr* (три подсвиты терригенно-карбонатного состава)	<i>Hemifusulina moelleri</i> – <i>H. pseudoboeki</i>
	Лопастинская C ₂ lp	<i>Moellerites praecolaniae</i>		<i>Hemifusulina communis</i> – <i>Profusulinella librovichi</i>		<i>Hemifusulina communis</i> – <i>H. kashirica</i> – <i>Fusulinella praecolaniae</i>
	Нарская C ₂ nr	<i>Hemifusulina moelleri</i> – <i>Beedina pseudoelegans</i>		<i>Profusulinella librovichi</i> – <i>Pr. biconiformis</i>		
	Цнинская C ₂ zn	<i>Priscoidea priscoidea</i>	Квасниковская C ₂ kv (терригенно-карбонатная)	<i>Ozawainella digitalis</i> – <i>Aljutovella priscoidea</i> – <i>Schubertella gracilis zninsis</i>	<i>Ozawainella digitalis</i> – <i>Aljutovella postaljutovica</i>	
Верейский C ₂ vr	Ордынская C ₂ or	<i>Ovatella arta</i>	Бахметьевская C ₂ bh (терригенная)		<i>Schubertella pauciseptata</i> – <i>Pseudostaffella pseudoquadrata</i>	
	Скниговская C ₂ ks	<i>Aljutovella aljutovica</i>			<i>Hemifusulina (?) concepta</i> – <i>Aljutovella aljutovica</i>	
	Альютовская C ₂ al			<i>Brunziella irregularis</i> – <i>Schubertella gracilis</i>		

* В Тормосинском прогибе вместо верховской выделяется чирская свита C₂chr, разделенная на три подсвиты, соответствующие фораминиферовым зонам (сверху вниз): *Al. postaljutovica* – *Dagmarella prima*; *Profusulinella pseudorhomboides* – *Pr. librovichi*; *Fusulina pseudoelegans* – *Putrella gurovi*.



1. По сравнению с Подмосковьем, в Поволжье терригенные породы составляют более значительную долю разреза, особенно в низах среднего карбона. При этом начиная с каширского века четко намечаются два района. На юге доминируют алевролитово-глинистые отложения, причем в верхах выделенных свит появляются известняковые пачки. Во втором районе, охватывающем площадь от северной периферии Донской Луки до севера Саратовской области на Правобережье и в Волгоградско-Саратовском Заволжье, в целом преобладает карбонатный тип разреза. Лишь в терновской свите подольского горизонта присутствуют глинистые пачки среди известняков, а в квасниковской свите каширского горизонта отмечаются терригенные разновидности. Бахметьевская свита верейского горизонта и тепловская свита мелекесского горизонта сложены преимущественно чередованием песчаников, алевролитов и глин с прослоями известняков.

2. Если между выделенными свитами с той или иной достоверностью можно признать размывной характер границ, что фиксируется появлением пиков и депрессий на каротажных диаграммах, то между подсвитами этого не наблюдается, в чем и состоит отличие от Подмосковья. Видимо, район от широты Волгограда до северной периферии Саратовской области, включая Заволжье, следует относить к более углубленной части мелководного морского бассейна, удаленного от прилегающей суши, что особенно свойственно Заволжью. В то же время Подмосковьем на протяжении почти всего московского века принадлежало к краевой части моря. Поэтому там более четко выражена цикличность осадконакопления с установленными перерывами седиментации.

3. Палеогеографические и литологические особенности свит Поволжья отражаются и в составах фораминиферных комплексов, которые несколько отличаются от подмосковных сообществ, хотя общие виды, а иногда и целые зональные группы присутствуют в обоих регионах. Несмотря на ряд транзитных форм в изученных подсвитах, все-таки наблюдаются собственные наборы видов микрофауны.

4. Таким образом, в тепловское и бахметьевское время на всей площади Волгоградско-Саратовского Поволжья существовало мелководное море с присутствием лагун, примыкающее с востока к области размыва [4]. Вследствие этого данным свитам свойствен преимущественно терригенный литологический состав за счет привноса обломочного материала. Подобный характер осадконакопления сохранялся на юге изученной территории на протяжении всего московского века, хотя фиксируются и карбонатные пачки. Совершенно иной (карбонатный) тип разреза наблюдается в северном районе, особенно в Заволжье, причем в квасниковской свите (цинское время) терригенные породы составляют значительную долю, которая к мельничному времени существен-

но снижается. Это указывает на постепенную удаленность моря от прилегающей суши, что благоприятствовало формированию карбонатных осадков, в составе которых большую роль играли микрофаунистические остатки. Следовательно, этот район относится к открытому мелководному морскому бассейну.

Очевидно, будущие исследования, аналогичные проведенным в Подмосковьем, создадут возможность детализировать установленные закономерности.

Автор данной статьи благодарен А.Ю. Гужикову за обсуждение изложенных фактических материалов и высказанные им критические замечания.

Библиографический список

1. Кагарманов А.Х. Вопросы совершенствования зонального деления каменноугольной системы России // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всерос. совещания. Уфа, 2000. С. 3–5.
2. Мельникова А.С., Гогина Е.А., Никитина Г.П. и др. Стратиграфия и литология каменноугольных отложений Волгоградской области // Тр. / Волгоград. НИИПГ. 1962. Вып. 1. С. 39–90.
3. Раузер-Черноусова Д.М., Хачатрян Р.О., Яриков Г.М. Каменноугольная система // Геология СССР. Т. 11. Поволжье и Прикамье. Ч. I. Геологическое описание. М., 1967. С. 226–231.
4. Редичкин Н.А., Яриков Г.М. Каменноугольная система // Там же. Т. 46. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Геологическое описание. М., 1970. С. 111–183.
5. Лазарев С.С. Брахиоподовые зоны московского и касимовского ярусов в стратотипическом районе (Подмосковьем) // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Материалы Всерос. совещания. Уфа, 2000. С. 65–66.
6. Алексеев А.С., Горева Н.В. Конодонтовая шкала московского, касимовского и гжелского ярусов // Там же. С. 7–8.
7. Горюнова Р.В. Комплексы мшанок из верейско-кревьякинского горизонтов карбона Подмосковья // Там же. С. 32–33.
8. Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В., Исакова Т.Н. Ритмо- и биостратиграфия карбона Московской синеклизы // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 5. С. 42–58.
9. Иванова Л.Н., Кухтинов Д.А. Ириновская свита – новое подразделение местной шкалы среднего карбона Нижнего и Среднего Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. 1999. Вып. 19. С. 20–22.
10. Кухтинов Д.А., Серебрякова И.А., Иванова Л.Н., Кухтинова Л.В. Стратиграфия терригенных отложений среднего карбона юго-востока Русской платформы // Там же. 1996. Вып. 11. С. 35–40.
11. Семихатова Е.Н. Значение фораминифер в изучении среднекаменноугольных отложений области Доно-



- Медведицких дислокаций // Региональная стратиграфия СССР. М., 1961. Т. 5. С. 297–358.
12. *Лацкова В.Е., Орлова И.Н., Чернова Е.И., Раузер-Черноусова Д.М.* Стратиграфия среднекаменноугольных отложений Саратовского Заволжья // Региональная стратиграфия СССР. М., 1961. Т. 5. С. 287–296.
13. *Чернова Е.И.* Биостратиграфия (по фораминиферам) среднекаменноугольных отложений Саратовского Правобережья // Там же. С. 261–286.
14. *Яриков Г.М., Урусов А.В., Золотухина Г.П. и др.* Литолого-стратиграфический разрез Николаевской опорной скважины № 2 (предварительные данные) // Тр. / Волгоград. НИИПГ. 1964. Вып. 3. С. 93–111.
15. Стратиграфический кодекс. 2-е изд., доп. СПб., 1992. 120 с.
16. *Бандорина Э.Е., Королева Н.П., Панькин М.Н.* О границе верейского и каширского горизонтов Саратовского Поволжья // Тр. / НВ НИИГГ. 1969. Вып. 9. С. 130–138.
17. *Погребнов Н.И., Потапов И.И., Смирнов Б.В.* Тектоника // Геология СССР. Т. 46. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Геологическое описание. М., 1970. С. 515–577.
18. *Мартынов Ю.М., Чернова И.А.* Выделение цнинских отложений в разрезах московского яруса на территории Саратовского Поволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. 1995. Вып. 9. С. 26–27.
19. *Соловьева М.Н.* Зональная фузулинидовая шкала московского яруса по материалам переизучения стратотипов // Вопр. микропалеонтологии. 1986. Вып. 28. С. 3–23.
20. *Соловьева М.Н.* Коррекция зональных фораминиферовых шкал московского яруса СССР // Там же. 1987. Вып. 29. С. 3–19.
21. *Губарева В.С., Сунгатуллина Г.М.* К вопросу о выделении цнинского горизонта московского яруса (средний карбон) Восточно-Европейской платформы // Бюл. МОИП. Отд-ние. геол. 2006. Т. 81, вып. 3. С. 50–55.