



ГЕОГРАФИЯ

УДК [631.617:551.5:633/635] (470.44)

ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ РАЗВИТИЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ПОЛУПУСТЫННОМ САРАТОВСКОМ ПРИУЗЕНЬЕ

М.Ю. Васильева, Н.В. Пичугина¹

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии,
¹кафедра физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: geogr@sgu.ru

В статье рассматриваются климатический и почвенный факторы, ограничивающие растениеводческое освоение северной полупустыни. Для этого был проведен анализ данных многолетних наблюдений по метеостанции Александров Гай, тематических карт (почвенных, ландшафтных) и космических снимков, материалов полевых исследований. Результатом проведенной работы стал перечень сельскохозяйственных культур, рекомендуемых для возделывания в условиях полупустынного Саратовского Заволжья.

Ключевые слова: полупустыня, Саратовская область, Заволжье, земледелие, растениеводство, лимитирующие факторы.

Limit Development Factors of Agriculture within semi-arid Saratov Priuzenie

M. Yu. Vasilieva, N.V. Pichugina

The article considers climatic and soil factors, that limit adoption of plant-breeding within the north semidesert. Analysis of long-term observations data in Aleksandrov Guy weather station, thematic maps (soil and landscape maps), space images and field research materials were made for this work. As the result of performed work, authors made the list of agricultural crops that could be recommended for cultivation in semi-arid term of Saratov Zavolzhie.

Key words: semi-desert, Saratov Region, Zavolzhye, agriculture, plant-breeding, limit factors.

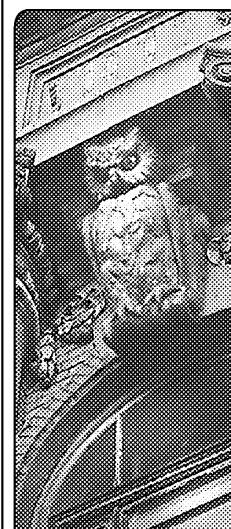
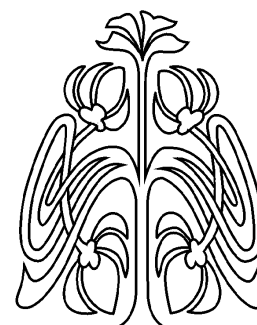
В настоящее время по-прежнему актуальной остается проблема оценки эффективности сложившейся структуры сельскохозяйственного землепользования. Состав и пространственная дифференциация аграрных геосистем в значительной степени определяются природными условиями.

Целью представленной работы является рассмотрение климатического и почвенного факторов, лимитирующих развитие растениеводства в северной полупустыне, а также выявление путей оптимизации земледельческого использования полупустынных ландшафтов.

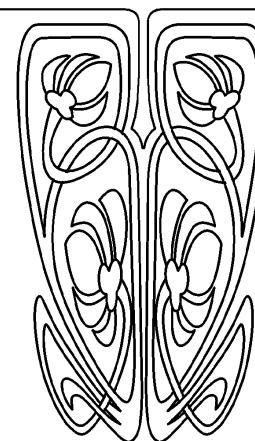
В качестве объекта для исследования была выбрана территория полупустынного Саратовского Приузенья, которая охватывает Александрово-Гайский район и юго-западную часть Новоузенского района.

Исходные материалы и источники: метеорологические данные по метеостанции Александров Гай (1980–2003 гг.); информация климатических справочников; топографические и тематические (почвенные, ландшафтные и др.) карты; космические снимки; материалы полевых исследований 1990, 1992, 1997, 2004 и 2009 гг.; литературные источники.

Методы исследования. Рассмотрение климатического фактора предполагает анализ различных климатических элементов и комплексных показателей, соответствующие значения которых позволяют осу-



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





ществу подбор сельскохозяйственных культур, пригодных для возделывания в условиях северной полупустыни.

Для определения температурного режима и теплообеспеченности территории учитывались средние годовые и средние месячные температуры воздуха, суммы температур воздуха по отдельным периодам, суммы активных температур (суммы среднесуточных температур воздуха со значениями выше $+10^{\circ}\text{C}$).

Оценка условий увлажнения проводилась по годовой и месячной сумме осадков, а также количеству осадков в отдельные периоды. Для определения условий увлажнения территории использовались гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова [1], величины испаряемости (E_0) и испарения, рассчитанные по методу М.И. Будыко [2].

Условия вегетационного периода рассматривались по градам, предложенным С.А. Сапожниковой: при $\text{ГТК} > 1,0$ – достаточно увлажненные условия; $0,8 < \text{ГТК} \leq 1,0$ – незначительно засушливые, характерные для лесостепной зоны; $0,6 < \text{ГТК} \leq 0,8$ – засушливые; $0,4 \leq \text{ГТК} \leq 0,6$ – очень засушливые, типичные для засушливой и очень засушливой степи; $\text{ГТК} < 0,4$ – сухие жаркие условия, присущие полупустынной зоне [3].

Оценка степени изменчивости климатических величин проводилась по Б.А. Доспехову: при коэффициенте вариации $C_v < 10\%$ – изменчивость незначительная; $10\% < C_v < 20\%$ – средняя; $C_v > 20\%$ – значительная [4]. При обработке климатических показателей применялись методы статистического анализа.

При исследовании почвенного фактора использовались описательный и сравнительный методы, а также картографический метод с элементами геоинформационных технологий. При изучении почвенного покрова исследуемого района за основу были взяты почвенные карты (1 : 25 000 масштаба), составленные сотрудниками института ЮжГипрозем на территории хозяйств Александрово-Гайского и Новоузенского районов в конце 80 – начале 90-х гг. XX века. Кроме этого проводились полевые работы с описанием почвенных разрезов, приуроченных к различным геосистемам. Для уточнения пространственной дифференциации почвенного покрова, а также выявления структуры пахотных угодий было проведено дешифрирование космических снимков.

Исследуемая территория. Полупустынное Саратовское Приузенье находится на севере Прикаспийской низменности и приурочено к бассейнам бессточных рр. Волго-Уральского междуречья (Большой Узень, Малый Узень и Дюра). На севере невысокий абразионный уступ отделяет Приузенскую равнину от склонов Сыртовой равнины, а на востоке к ней примыкает Большелиманская низина. Северный рубеж Приузенской равнины представлен абразионно-аккумулятивной раннехвалынской поверхностью с высотами 35–40 м.

Южнее территория плавно переходит в аккумулятивную раннехвалынскую равнину (25–35 м над у.м.), а неглубокие ложбины постепенно замещаются плоскозападным микрорельефом, который осложняет поверхность среднехвалынской (ниже 25 м над у.м.) равнины.

Согласно ландшафтному районированию Саратовского Заволжья [5] рассматриваемая территория входит в состав Приузенского ландшафтного района северной полупустыни Прикаспийской низменности. Здесь выделено четыре зональных ландшафта (Межузенский северный, Межузенский южный, Узенско-Дюринский и Узенско-Большелиманский) и два интразональных долинных ландшафта [5, 6].

Для ландшафтной структуры исследуемой территории характерны аккумулятивные плоские и слабонаклонные равнины с двучленными и трехчленными пустынно-степными комплексами (ПСК), урочища палин и лиманов, а также долинные геосистемы.

Равнины с трехчленными пустынно-степными комплексами в структуре зональных ландшафтов занимают 68–83% от их площади. Следует отметить, что в Межузенском южном ландшафте и Узенско-Большелиманском ландшафте ПСК с долей солонцового компонента 50% и более составляют, соответственно, 59% и 51%; в северных ландшафтах этот показатель ниже (21% – в Межузенском южном, 35% – в Узенско-Дюринском).

На палинные геосистемы в Межузенском северном ландшафте приходится 5%, в Межузенском южном ландшафте – 14%, в Заузенских ландшафтах – 9–10%. Меньшая доля урочищ палин в Межузенском северном ландшафте частично компенсируется распространением здесь неглубоких, но обширных понижений, к которым приурочены двучленные и трехчленные комплексы со значительным участием луговых степей на лугово-каштановых почвах.

Еще одним элементом структуры ландшафтов Приузенской равнины являются лиманы, которые отличаются друг от друга глубиной, площадью, режимом увлажнения и флористическим составом. Их доля в Межузенских ландшафтах составляет 1–4%, в Узенско-Дюринском – 9%, в Узенско-Большелиманском ландшафте – 15%.

Значительные площади (70–95%) в пределах Малоузенского и Большеузенского долинных ландшафтов занимают надпойменные террасы. Остальная территория представлена пойменными геосистемами. Структуру долинных ландшафтов осложняют старичные понижения с лугово-степными сообществами, а также урочища лиманов.

Климатический фактор. По данным метеостанции Александров Гай, среднегодовая температура воздуха за период с 1980 по 2003 г. составляет $+7,1 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$; средняя температура воздуха в наиболее ответственные периоды вегетации растительности (май–июль) $+20,6 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$; в самые холодные месяцы (декабрь–февраль) $-8,1 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$.



Проведенный авторами анализ динамики многолетнего режима температуры воздуха, по данным метеостанции Александров Гай, показал, что существует тенденция увеличения

среднегодовой температуры воздуха за счет повышения температур холодных месяцев. Однако наблюдаемые тренды статистически незначимы (рис. 1).

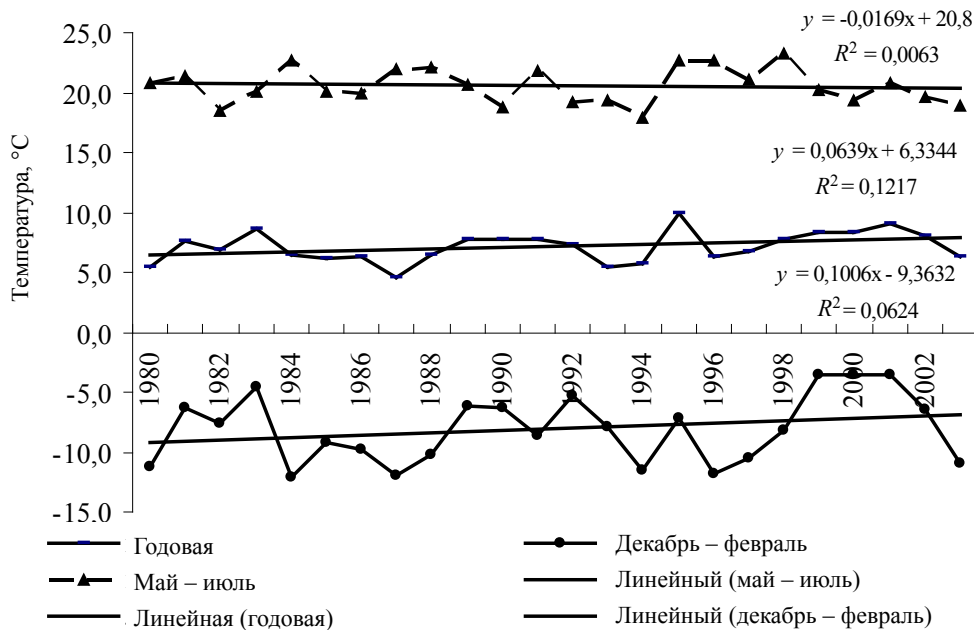


Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха (°C), среднемесячных температур воздуха за май–июль и декабрь–февраль, по данным метеостанции Александров Гай (1980–2003 гг.)

Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет 160–164 дня [7]. Это приводит к накоплению сумм активных температур за вегетацию – 3200–3300°C. Согласно агроклиматическому районированию Д.И. Шашко, на территории, где продолжительность периода вегетации со средней суточной температурой воздуха выше +10°C составляет более 151 дня, создаются благоприятные условия для широкого использования поздних зерновых культур [8]. Вместе с тем подбор культур и их продуктивность во многом определяются сбалансированностью годовых сумм осадков и испаряемости.

Среднегодовая сумма осадков на рассматриваемой территории за период с 1980 по 2003 г. составила 339±15 мм с колебаниями по годам от 185 до 499 мм. Степень их изменчивости значительная – 22%. Годы с увлажнением менее 300 мм имели повторяемость 27%, а годы с суммой осадков более 400 мм – 17%. Из годовой суммы осадков только 25% выпадало с мая по июль, когда испаряемость превышала осадки более чем в 3 раза. В зимние месяцы территория полупустынного Приузенья получает менее 100 мм осадков (табл. 1).

Таблица 1

Средние многолетние значения суммы осадков, по данным метеостанции Александров Гай (1980–2003 гг.)

Показатели	Период		
	декабрь–февраль	май–июль	год
Среднее многолетнее значение суммы осадков, мм	91±5	82±7	339±15
Коэффициент вариации, %	29	44	22

Наибольшая вариационная изменчивость (44%) сумм осадков приходится на самый ответственный период онтогенеза растений (май–июль). Например, по данным метеостанции Александров Гай, суммарная величина осадков за эти месяцы может колебаться в отдельные годы от 27 мм до величины, вдвое превышающей среднее многолетнее значение. Осадки теплого периода

чаще всего носят ливневый характер и, несмотря на незначительный уклон поверхности (менее 1°), способствуют плоскостному смыву верхнего, самого плодородного слоя почвы, особенно на пахотных угодьях.

Анализ динамики атмосферных осадков за период с 1980 по 2003 г. показал отсутствие значимых изменений в рядах наблюдений за



годовыми суммами осадков и период май–июль, поскольку коэффициенты линейных трендов ($r = -0,17$ и $r = +0,11$, соответственно) очень слабые (рис. 2).

Одновременно на исследуемой территории отмечалась тенденция к уменьшению сумм осад-

ков в зимние месяцы (коэффициент линейного тренда $r = -0,33$) (рис. 3).

Вместе с тем существенных изменений в режиме атмосферного увлажнения не происходило, поскольку отклонения от средней многолетней величины не превышали 20% (табл. 2).

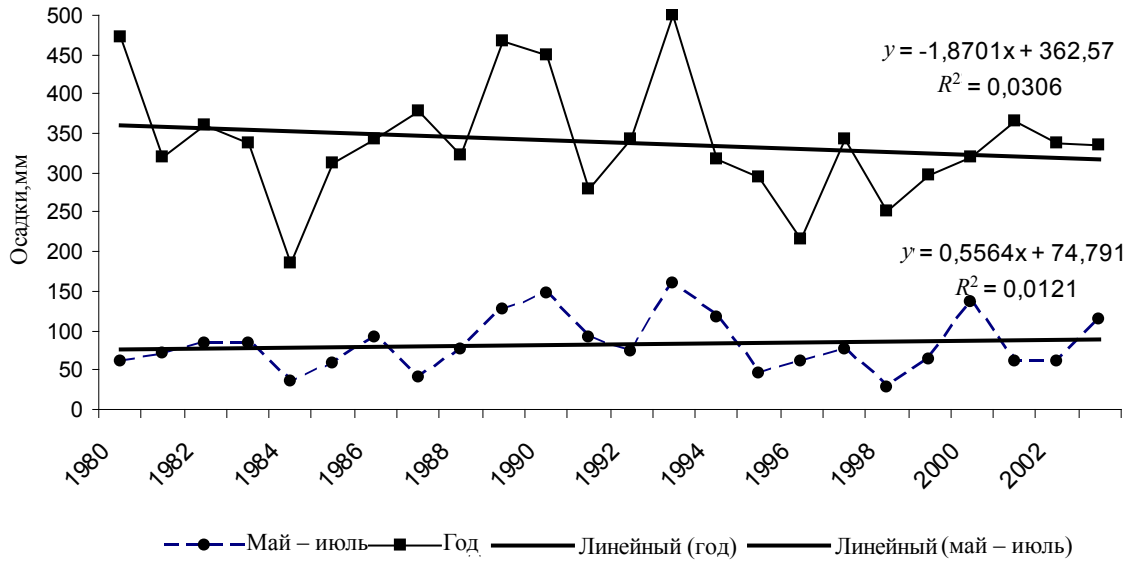


Рис. 2. Динамика годовых сумм осадков и сумм осадков за май–июль, по данным метеостанции Александров Гай (1980–2003 гг.)

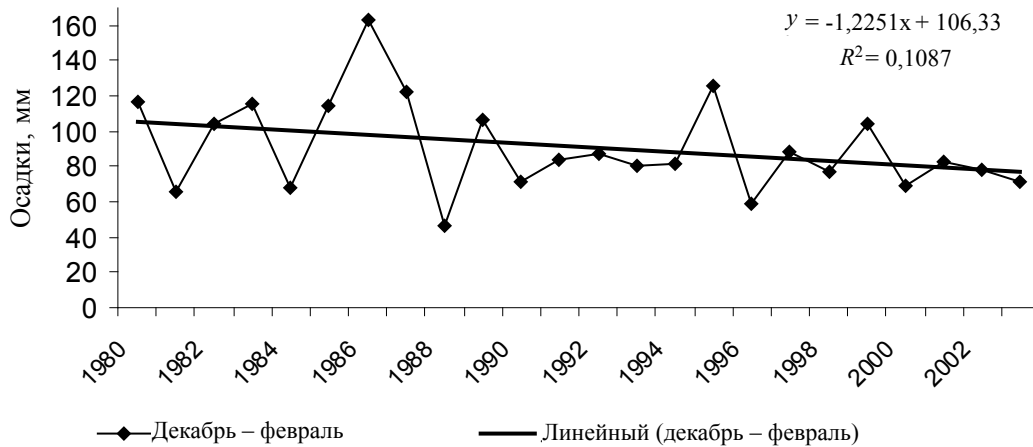


Рис. 3. Динамика сумм осадков за декабрь–февраль, по данным метеостанции Александров Гай (1980–2003 гг.)

Таблица 2

Отклонение суммы осадков за декабрь–февраль от средней многолетней величины, %, по данным метеостанции Александров Гай (1980–2003 гг.)

Показатели	Год				
	1980–1984	1985–1989	1990–1994	1995–1999	2000–2003
Отклонение суммы осадков за декабрь–февраль, мм	+3	+20	-11	0	-18



Сравнительная оценка по пятилетиям выявила суммарное увеличение зимних осадков в период с 1985 по 1989 г., когда положительные отклонения достигали максимальных величин в четырех случаях из пяти. В такие годы в весеннее время создаются условия, благоприятные для выщелачивания солей из почвенного профиля. Периоды, охватывающие 1990–1994 гг. и 2000–2003 гг., можно характеризовать как более засушливые. После засушливых зим в верхних горизонтах почвы усиливается накопление легкорастворимых солей.

Естественная производительность климата более полно отражается комплексными показателями увлажнения. Наиболее часто оценку степени засушливости территории проводят по величине ГТК Г.Т. Селянинова. Гидротермический режим вегетационных периодов (май–сентябрь) с 1980 по 2003 г. по метеостанции Александров Гай был контрастным. Один год можно характеризовать как достаточно увлажненный ($ГТК > 1,0$), четыре года – как засушливые ($0,6 < ГТК \leq 0,8$), двенадцать лет – как очень засушливые, типичные для засушливой и очень засушливой степи ($0,4 \leq ГТК \leq 0,6$), и семь лет – как сухие жаркие, присущие зоне полупустыни ($ГТК < 0,4$). Межгодовая изменчивость ГТК вегетационного периода очень высокая – 45%. Гидротермический коэффициент равный 0,5 Г.Т. Селянинов считал предельным значением для развития земледелия без орошения [1]. На исследуемой территории повторяемость таких лет с засушливыми условиями составляет 67%, что способствует активному накоплению солей в почвенном профиле.

Величина испаряемости (E_0) отражает оптимальную потребность растений в воде и характеризует способность атмосферы принимать влагу в зависимости от многих геофизических факторов: радиационного баланса, влажности воздуха, скорости ветра, температуры воздуха [9]. Средняя многолетняя величина испаряемости в лесостепных районах Саратовской области составляет 740 мм, а на исследуемой территории – 906 мм в год. Максимум испаряемости отмечается весной. Это связано с тем, что в Саратовской полупустыне весна наступает раньше, приток радиационного тепла наибольший по области, а запасы почвенной влаги, которые накопились за холодный период, обеспечивают значительную величину испаряемости – 70 мм/мес. В сухой (южной) степи превышение испаряемости над осадками составляет 400–450 мм, а в полупустыне – около 530 мм. Средние многолетние величины разности между осадками и испаряемостью характеризуют недостаток влаги, иногда их можно рассматривать как оросительные нормы.

Безразмерная величина относительного испарения (E/E_0) лучше других размерных параметров отражает уровень влагообеспеченности растений, а его изменение соответствует смене геоботанических зон. Среднее годовое значение относительного испарения в полупустыне составляет около

0,40. Однако в течение вегетационного сезона его величина значительно меняется. В середине весны (апрель), в связи с достаточными запасами влаги в почве, величина относительного испарения в полупустыне составляет в среднем 0,7–0,9, что близко к значениям в других ландшафтных зонах Саратовской области. К середине лета значение относительного испарения в полупустынном Заволжье снижается до 0,24, а в августе достигает минимума – около 0,18.

Для самоочищения ландшафтов большое значение имеет показатель водного стока, который на рассматриваемой территории составляет менее 150 мм. Это, несмотря на высокую скорость протекания биохимических процессов, способствует накоплению поллютантов в почве. Продукты загрязнения органического происхождения разлагаются здесь очень быстро, а водорастворимые загрязняющие вещества аккумулируются благодаря высокой величине испарения.

В целом полупустынные ландшафты Саратовской области относятся к ареалу с низкой биоклиматической продуктивностью (БКП не превышает 1,1 и 1,2) [7].

Почвенный фактор. Согласно типизации агроландшафтов, проведенной коллективом исследователей [10] и учитывающей рекомендации А.С. Козьменко (1963 г.), Г.П. Сурмача (1976 г.) и И.А. Кузника (1962 г.), для территории Поволжья было выделено 10 типов агроландшафтов [10]. В рамках этой типизации исследуемый район относится к плакорно-равнинному (уклоны поверхности менее 1°) и склоново-ложбинному (уклоны – $1-3^\circ$) типам. Для плакорно-равнинного типа потенциальный смыл почв определен в 1 т/га, а допустимый процент пашни – 75–80%. Для склоново-ложбинного типа эти показатели составляют, соответственно, 3 т/га и 60–70% [10]. Вместе с тем следует подчеркнуть, что еще В.В. Докучаев отмечал важность соблюдения оптимального соотношения между основными составными частями ландшафта, т.е. с учетом закона необходимого разнобразия [11]. В настоящее время признается, что для ведения экологически сбалансированного земледелия доля пахотных угодий не должна превышать 30–40% от общей площади территории [12]. Для определения доли пахотных угодий в условиях северной полупустыни необходим анализ почв и их земледельческого освоения.

В начале XX в. на территории Приузенской равнины получило распространение земледелие пашинного типа, когда в пахотное земледельческое вовлекались в основном участки с лугово-каштановыми почвами. Эти почвы формируются в палинах и западинах («степных блюдцах»). Относительная глубина пашин составляет 1–1,5 м, западин – 0,5 м. Здесь, согласно источникам [13, 14], происходит формирование линзы пресной воды, которая дислоцируется на поверхности минерализованных грунтовых вод. Капиллярная кайма грунтовых вод находится на глубине 1–1,5 м. Со-



держание гумуса в этих почвах составляет 5–7% [14, 15]. Они считаются лучшими в этой зоне [16].

Светло-каштановые почвы на рассматриваемой территории характеризуются глинистым и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. Чаще всего они образуют комплексы с солонцами и лугово-каштановыми почвами. Мощность гумусового горизонта 15–18 см, содержание гумуса 1,5–2,5% [13–15].

Значительные площади Приузенской равнины занимают солонцы. Мощность гумусового горизонта может меняться от 5 см в корковых солонцах до 18 см в глубоких солонцах [14, 15]. Содержание гумуса в верхнем горизонте около 1,5%. Согласно исследованиям К.К. Гедройца [17] и В.А. Ковды [13], солонцы наиболее чутко реагируют на изменения внешней среды, прежде всего на режимы тепло- и влагообеспеченности.

В конце 50-х – 60-е гг. XX в. произошло увеличение площади пашни за счет распашки целинных земель. В хозяйствах полупустынного Саратовского Приузенья доля пахотных угодий составила от 23–25% на юге до 40–42% в северной части. В среднем лишь около 5% пашни было приурочено к падинным геосистемам.

В конце XX в. пахотные угодья охватили 48% исследуемой территории. Около 64% пашни приходится на трехчленные комплексы, из которых 33% характеризуется долей солонцов более 20%. Двучленные комплексы в составе пахотных угодий занимают около 20%, при этом комплексы с долей солонцов более 20–25% охватывают 10% площади пашни. Около 5% обрабатываемых земель представлено светло-каштановыми почвами; 9% – лугово-каштановыми и 1% – луговыми почвами. Таким образом, 43% пахотных угодий приурочено к комплексам с долей солонцов более 20%, 32% – с участием солонцового компонента от 10 до 20–25%, т.е. 75% пашни относится к землям, непригодным и малопригодным для сельскохозяйственного использования. Следовательно, лишь 25% от площади нынешних пахотных угодий можно оставить для растениеводческого освоения. В этом случае общая площадь пашни в полупустынном Саратовском Приузенье составит около 12%.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие **выводы**.

1. Анализ многолетних климатических данных показал, что режим тепло- и влагообеспеченности на территории полупустынного Саратовского Приузенья остается в пределах средних многолетних значений.

2. В целях оптимизации сельскохозяйственного освоения полупустынных ландшафтов необходимо: а) сокращение доли пашни в структуре сельскохозяйственных угодий до 12%; б) возделывание в агробиоценозах культур, максимально адаптированных к местным погодным и почвенным условиям.

Например, из зерновых культур рожь является менее требовательной к условиям увлажнения.

Она может давать хорошие урожаи на малопродуктивных и солонцеватых землях, хорошо приспособляется к глинистым почвам.

Самая засухоустойчивая культура среди полевых культур – сорго. Оно может использовать почвенную влагу, близкую к максимальной гигроскопичности. Хорошо переносит высокие летние температуры воздуха (транспирационный коэффициент около 200), растет на суглинистых почвах, мирится с засоленностью и солонцеватостью почв.

Из бобовых культур нут достаточно хорошо переносит засуху и высокие температуры воздуха. Он не требователен к гранулометрическому составу почв, может произрастать на тяжелосуглинистых, глинистых, солонцеватых и слабозасоленных почвах.

Из масличных культур хорошо приспособляется к сухому континентальному климату сафлор. Он является теплолюбивой, засухоустойчивой и солеустойчивой культурой.

К многолетним злаковым травам, способным переносить климат полупустыни, относятся житняк и волоснец сибирский. Они обладают высокой продуктивностью, морозоустойчивостью и засухоустойчивостью, могут произрастать на слабозасоленных почвах. На пойменных землях удовлетворительные урожаи сена может давать засухоустойчивая и зимостойкая культура – костер безостый. Кроме этого он хорошо переносит солонцеватость почв.

Библиографический список

1. *Селянинов Г.Т.* О сельскохозяйственной оценке климата // Тр. по с.-х. метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165–172.
2. *Будыко М.И.* Тепловой баланс земной поверхности. Л., 1956. 256 с.
3. *Сапоженкова С.А.* Агроклиматические ресурсы СССР // Лекции по с.-х. метеорологии. Л., 1966. С. 273–292.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
5. *Макаров В.З., Пичугина Н.В., Павлова А.Н.* Некоторые аспекты методики составления ландшафтных карт разного масштаба (на примере Саратовского Заволжья) // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 293–303.
6. *Пичугина Н.В.* Ландшафтная структура полупустынного Саратовского Приузенья // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Материалы XI Междунар. ландшафтной конф., Москва, 22–25 августа, 2006 г. / Отв. ред. К.Н. Дьяконов. М., 2006. С. 230–232.
7. *Пряхина С.И., Скляр Ю.А., Заварзин А.И.* Природные ресурсы Нижнего Поволжья и степень их использования зерновыми культурами. Саратов, 2001. 66 с.
8. *Шашко Д.И.* Агроклиматические ресурсы СССР. Л., 1985. 247 с.
9. *Зубенок Л.И.* Испарение на континентах. Л., 1976. 264 с.
10. *Экология, агроландшафты и защита растений в адаптивном земледелии Поволжья / А.И. Шабаев и др.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ».* Саратов, 2007. 420 с.

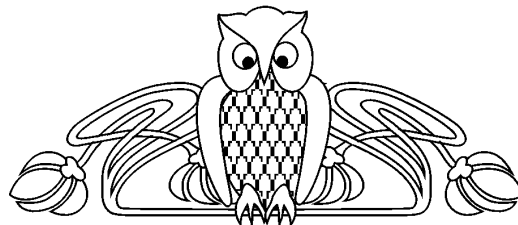


11. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, А.В. Никитин и др. М., 2000. 304 с.
12. Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. Н.В. Тимофеев-Ресовский: биосферные раздумья. М., 1996. 368 с.
13. Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-западной части). М.; Л., 1950. 255 с.
14. Юго-Восток европейской части СССР / Под ред. И.П. Герасимова. М., 1971. 459 с.

15. Почвы СССР / Т.В. Афанасьева, В.И. Василенко, Т.В. Терешина, Б.В. Шеремет; Отв. ред. Г.В. Добровольский. М., 1979. 380 с.
16. Быков Н.И. Агрогидрологический режим почв Среднего Поволжья. Л., 1967. 181 с.
17. Гедройц К.К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация. Л., 1928. 76 с.

УДК 504.05:556.53(470.44)

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕЧНОЙ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ Р. БОЛЬШОЙ ИРГИЗ СОЕДИНЕНИЯМИ МАРГАНЦА



С.Ю. Доронин, В.З. Макаров¹, Р.К. Чернова, А.Н. Чумаченко², В.А. Данилов², А.В. Федоров³, Н.А. Юрасов

Саратовский государственный университет,
кафедра аналитической химии,

¹ кафедра физической географии,

² кафедра геоморфологии и геоэкологии,

E-mail: geogr@sgu.ru

³ лаборатория геоинформации и тематического картографирования Научно-образовательного внедренческого центра геоинформационных технологий

E-mail: gis@sgu.ru

В статье на основе полевых исследований, проведенных в августе 2009 г., рассмотрена проблема загрязнения марганцем вод р. Большой Иргиз в Саратовской и Самарской областях, а также на водозаборе г. Пугачёва. Приведены результаты химико-аналитических работ о качестве речной воды в русле, старицах, прудах и водохранилищах Большого Иргиза, а также на городском водозаборе и водопроводных сетях. Предложено объяснение периодического (сезонного) превышения ПДК речных вод по марганцу маловодьем реки и процессами эвтрофикации в ней.

Ключевые слова: гидрология, гидрохимия, геоэкология, Саратовское Заволжье, р. Большой Иргиз, загрязнение вод марганцем.

The Analysis and Estimation of Impurity of River Water and Ground Adjournalment of the River of Bolshoy Irgiz by Manganese Connections

S.Yu. Doronin, V.Z. Makarov, R.K. Chernova,
A.N. Chumachenko, V.A. Danilov, A.V. Fedorov,
N.A. Yurasov

In article on the basis of field researches August, 2009. The problem of pollution by manganese of waters of the Bolshoy Irgiz river in the Saratov and Samara areas, and also on a water fence of Pugachev is considered. Results of chemical-analytical works about quality of river water in a channel, flood-plain lakes, ponds and water basins of Bolshoy Irgiza, and also on a city water fence and water supply systems are resulted. The explanation of periodic (seasonal) excess of maximum concentration limit of river waters on manganese low water the rivers and processes eutrophication in it is offered.

Key words: hydrology, hydrochemistry, geoecology, Saratov Zavolzhie, Bolshoy Irgiz river, pollution of waters by manganese.

Введение

Как известно, Саратовская область расположена в семиаридной и аридной зонах умеренного пояса, на юго-востоке Русской равнины. Засушливость климата отчетливо нарастает с северо-запада на юго-восток. Заволжская часть области находится в умеренно-засушливой и засушливой зонах увлажнения [1].

В Саратовском Заволжье имеются несколько средних и десятки мелких речек, которые, как правило, пересыхают в летнюю межень. Для того чтобы сохранить талые воды, а именно они и являются главным источником водоснабжения в летне-осенний период, в степном и полупустынном Заволжье построено множество прудов и водохранилищ в балках и речных долинах. Однако в последние несколько лет в Саратовском Заволжье наблюдается маловодье. Весенние паводки на реках слабо выражены или отсутствуют вообще. Поэтому водохранилища и пруды должным образом не наполняются и в летнюю жару, небольшие пруды почти высыхают, а водохранилища резко снижают уровень. Ввиду недостатка воды весной, волна половодья не промывает русла рек от накопившихся иловых масс, в водохранилищах и прудах активизируются процессы эвтрофикации.

Указанный комплекс факторов и гидробиологических процессов приводит к резкому ухудшению качества поверхностных вод, делает их непригодными для питьевого потребления. Села и города Саратовского Заволжья летом и ранней осенью остаются без достаточного количества питьевой воды – возникают чрезвычайные ситуации с водоснабжением десятков тысяч человек.

Такой чрезвычайный случай произошел в конце лета – начале осени 2009 г. в Пугачёвском районе Саратовской области, когда в р. Большой Иргиз, на водозаборных сооружениях г. Пугачёва, в городском водопроводе были обнаружены



многократные превышения общего марганца (до 25–30 ПДК).

Властями выдвигались различные версии о причинах повышенной концентрации марганца в р. Большой Иргиз и водопроводной сети г. Пугачёва: диверсия, техногенная авария, вынос марганца с почвами при их эрозии, развитие водорослей в речных водах при сильной жаре, разгрузка растворенного марганца подземными водами и др. Город Пугачёв был переведен на нормированное водоснабжение из немногочисленных артезианских скважин, а населенные пункты Прииргизья выше по течению остались без качественной питьевой воды.

Цели, задачи и краткое содержание работы

Работы по изучению состояния речных вод р. Большой Иргиз и ряда его притоков выполнены сотрудниками Саратовского государственного университета в лабораториях урбоэкологии и регионального анализа, геоинформатики и тематического картографирования научно-внедренческого образовательного центра геоинформационных технологий (НВОЦ «ГИС-центр»), в испытательной лаборатории Института химии и лаборатории наноаналитики образовательно-научного института (ОНИ) наноструктур и биосистем СГУ.

Работы были осуществлены в соответствии со специальной программой, которая включала: предполевой камеральный, полевой и послеполевой камеральный этапы исследований. Основной целью работы стали проведение аналитических исследований для выяснения причин появления повышенных концентраций марганца (Mn(II) и Mn(IV)) в природных водах Большого Иргиза и на городских водоочистных сооружениях и разработка предложений по нормализации экологической обстановки в водопотреблении. Все работы велись в рамках договора, заключенного между Саратовским госуниверситетом и ГУП СО «Облводоресурс».

В соответствии с программой исследований был выполнен комплекс камеральных работ, включающий анализ фондовых и опубликованных материалов о физико-географических условиях в бассейне р. Большой Иргиз, гидрологических особенностях реки; подготовлена цифровая картографическая основа на территорию бассейна р. Большой Иргиз в векторном и растровом форматах; получены и обработаны мультиспектральные космические снимки высокого разрешения на территорию исследований; выполнена привязка космоснимков к топографической основе и их дешифрирование в процессе полевых и камеральных исследований. Тем самым была создана космофотокарта района исследований.

Затем был осуществлен комплекс полевых работ в пределах Пугачёвского водохранилища, на сооружениях водопроводной станции г. Пугачёва и на р. Большой Иргиз вверх по течению от

г. Пугачёва до с. Пестравка Самарской области. Гидрохимические анализы сделаны в испытательной лаборатории Института химии и лаборатории наноаналитики ОНИ СГУ, химической лаборатории кафедры аналитической химии СГУ.

Общая географическая, гидрографическая и гидроэкологическая характеристики бассейна р. Большой Иргиз

Анализ климатических, гидрологических и геолого-геоморфологических особенностей бассейна Большого Иргиза позволил сделать следующее заключение.

1. Река Большой Иргиз с площадью водосбора почти в 24000 км² имеет весьма скудный водный баланс. Приведем в качестве примера элементы водного баланса реки в районе с. Клевенка, расположенного на стыке границ Ивантеевского и Пугачёвского районов Саратовской области.

В *приходной части* баланса – атмосферные осадки. Их выпадает в год на площади водосбора 8140 км² – 3,46 км³, или 425 мм. В *расходной части* водного баланса на суммарный сток приходится 0,46 км³ (56 мм осадков), причем поверхностный сток составляет 0,452 км³ (55 мм осадков), а подземный 0,008 км³ (1,0 мм). 86,7% атмосферных осадков испаряется, что в абсолютных цифрах достигает 3,0 км³, или 369 мм всех выпавших осадков [2].

Питание Большого Иргиза и его притоков в основном снеговое. Весенний сток составляет 78–92,5% годового, у малых рек – от 94 до 100%. Подъем уровня воды начинается за 7–10 дней до вскрытия и заканчивается в конце апреля – начале мая. Модуль стока в районе г. Пугачёва составляет 1,41 л/с км². Средний многолетний минимальный среднемесячный летний сток составляет всего 0,07 л/с км². Сток летом на отдельных участках Большого Иргиза прекращается.

2. В засушливом Саратовском Заволжье в целях задержания и накопления талых вод на малых реках и крупных балках построены многочисленные пруды и малые водохранилища. Как правило, гидротехнические сооружения представлены глухими земляными плотинами, разрушаемыми ежегодно талыми водами. Многочисленными дамбами перекрыто и русло Большого Иргиза и его притоков. Естественный гидрологический режим рек ныне нарушен.

Уже в 60-е гг. XX в. в бассейне Большого Иргиза до г. Пугачёва было зарегулировано до 21% годового стока реки. Общая площадь прудов составила 3510 га [3].

В верхнем течении Большого Иргиза в Самарской области плотины построены в каждом селе с образованием крупных прудов. Например, в с. Пестравка в межень русло Большого Иргиза ниже плотины высыхает, постоянный водоток отсутствует (рисунок). Тем самым полностью на-



рушается естественный гидрологический режим реки. Лишь после впадения в Большой Иргиз рр. Сестра и особенно Камелика Большой Иргиз снова возрождается как естественный водоток.

3. Полузасушливые климатические условия Низкой Сыртовой равнины обрекают Большой Иргиз на постоянное маловодье. На отдельных участках русла постоянного водотока в межень нет.



Русло р. Большой Иргиз в районе с. Пестровка (фотография В.А. Данилова, 2009 г.)

На прудах и водохранилищах направленное течение отсутствует, наблюдаются застойные процессы в водообмене, ветровые противотечения, самоочищение речных вод нарушается, *русло реки заиливается*.

Полевые работы, проведенные в конце августа 2009 г., показали, что в Пугачёвском водохранилище и на отдельных отрезках реки ниже впадения в Большой Иргиз р. Камелик толщина иловых накоплений достигает 1 м. Придонная вода и минерально-органическая смесь имеют выраженный запах сероводорода, что свидетельствует об отсутствии кислорода в придонной части русла реки. Многочисленные озера-старицы наполовину заполнены илом.

4. В водоохранной зоне р. Большой Иргиз, ширину которой уменьшили до 200 м, расположены животноводческие фермы, летние лагеря скота. Водоохранный режим зачастую не соблюдается как в Самарской, так и Саратовской областях. Расположение в пределах водоохранной зоны сельскохозяйственных угодий и животноводческих объектов ведет к массивному органо-генному загрязнению речных вод и общей эвтрофикации реки.

5. Большой Иргиз не располагает достаточным стоком для поддержания постоянного водотока в летнюю межень. Создание прудов и водохранилищ привело к нарушению естествен-

ных гидродинамических, биогеохимических, химических и физических процессов в речных водах и нарушило самоочищение реки от твердого поверхностного стока и продуктов жизнедеятельности гидробионтов.

Места отбора проб и используемая методика

Всего было отобрано 38 проб воды и 9 проб донных отложений в р. Большой Иргиз, а также на водоочистных сооружениях г. Пугачёва. Пробы воды отбирали в водохранилищах, старицах, русле реки, на водоочистной станции и в водоразборной колонке городского водопровода (табл. 1).

Пробы воды из природных источников отбирались с разных батиметрических уровней: из приповерхностного слоя (глубина 0,5 м), придонного слоя, а также со средней глубины порядка 2,5–4,5 м при глубине более 5 м. Пробоотбор воды и донных отложений выполняли согласно требованиям нормативной документации [4–6].

Для отбора проб воды на разных глубинах использовали батометр с пластиковыми емкостями. Емкости перед забором проб промывали отбираемой водой с требуемой глубины, после чего часть пробы консервировали азотной кислотой без фильтрации, а часть фильтровали через специальный фильтр с размером пор не более 0,45 мкм для



Таблица 1

Результаты анализа проб природной воды, илов р. Большой Иргиз, а также проб воды и песка из очистных сооружений г. Пугачёв на содержание марганца

Номер пробы	Место, глубина и дата отбора пробы	Вода, с(Мп общ), мг/дм ³	Ил (песок), с(Мп общ), мг/кг
1	Пугачёвское вдхр. 600 м выше водозабора, 0,5 м, 14.08.2009	0,05	–
2	Пугачёвское вдхр. 600 м выше водозабора, 5,5 м, 14.08.2009	0,26	–
3	Пугачёвское вдхр. 600 м выше водозабора, 10,5 м, 14.08.2009	1,78	–
4	Пугачёвское вдхр. 600 м ниже водозабора, 10,5 м, 14.08.2009	–	4780
5	Пугачёвское вдхр. 600 м ниже водозабора, 0,5 м, 14.08.2009	0,15	–
6	Пугачёвское вдхр. 600 м ниже водозабора, 5 м, 14.08.2009	0,13	–
7	Пугачёвское вдхр. 600 м ниже водозабора, 10 м, 14.08.2009	3,02	–
8	Сливная труба ВОС* (район водозабора), 14.08.2009	3,06	–
9	Пугачёвское вдхр. район водозабора, 0,5 м, 14.08.2009	0,05	–
10	Пугачёвское вдхр. район водозабора, 5,5 м, 14.08.2009	0,29	–
11	Пугачёвское вдхр. район водозабора, 11 м, 14.08.2009	2,20	–
12	Пугачёвское вдхр. район водозабора, 1,5 м от берега, 14.08.2009	–	1800
13	ВОС, насосная станция I подъема, 14.08.2009	3,74	–
14	ВОС, барабаны грубой очистки, 14.08.2009	3,10	–
15	ВОС, контактные осветлители, отработанный песок (после 7 дней использования), 14.08.2009	–	23500
16	ВОС, контактные осветлители, песок из осветлителя, 14.08.2009	–	16500
17	ВОС, вода после контактных осветлителей, 14.08.2009	3,01	–
18	ВОС, отстойный резервуар, 14.08.2009	2,72	–
19	ВОС, насосная станция II подъема (в город), 14.08.2009	3,56	–
20	Водоразборная колонка г. Пугачёв (пересечение ул. Чапаева/пр. Революции), 14.08.2009	2,90	–
21	Самарская обл., с. Пестравка, грунт из сухого русла р. Большой Иргиз ниже новой дамбы, 19.08.2009	–	1870
22	Самарская обл., с. Пестравка, грунт с борта старой дамбы р. Большой Иргиз, 19.08.2009	–	1670
23	Самарская обл., запруда на р. Большой Иргиз у с. Пестравка, выше новой дамбы, 0,5 м, 19.08.2009	0,20	–
24	Самарская обл., оз. Попова Лука, 0,5 м, 20.08.2009	0,35	–
25	Самарская обл., оз. Попова Лука, 1,5 м, 20.08.2009	–	1200
26	Самарская обл., оз. Попова Лука, 1,5 м, 20.08.2009	8,90	–
27	р. Большой Иргиз, 150 м выше от впадения р. Сестра, 0,5 м, 20.08.2009	0,42	–
28	р. Большой Иргиз, 150 м выше от впадения р. Сестра, 4 м, 20.08.2009	4,17	–
29	р. Большой Иргиз, 150 м выше от впадения р. Сестра, 4 м, 20.08.2009	–	1490
30	р. Большой Иргиз, 2,5 км ниже впадения р. Камелик, 0,5 м, 20.08.2009	0,28	–
31	р. Большой Иргиз, 2,5 км ниже впадения р. Камелик, 0,5 м, 20.08.2009	–	1510
32	р. Большой Иргиз, 2,5 км ниже впадения р. Камелик, 4 м, 20.08.2009	0,25	–
33	р. Большой Иргиз, 2,5 км ниже впадения р. Камелик, 8 м, 20.08.2009	5,84	–

*ВОС – водоочистные сооружения г. Пугачёва.



выделения растворимой формы марганца от его коллоидной формы, после чего консервировали азотной кислотой до pH не более 2,0 [4].

Суммарное содержание соединений марганца в природной воде определялось по ГОСТу [7], который предусматривает предварительное очищение воды через фильтр с размером пор 0,45 мкм для отделения взвешенных частиц труднорастворимых соединений марганца.

Основные результаты гидрохимического анализа

Качественные характеристики речной воды и донных отложений в прудах, старицах и водохранилищах в Самарской и Саратовской областях идентичны. Отличительной особенностью поселений Самарской области, расположенных вдоль р. Большой Иргиз, является их водоснабжение из подземных источников. В пределах санитарно-защитной зоны в районе старой дамбы у с. Пестровка располагается пруд-отстойник.

Согласно показателям, характеризующим безвредность воды по природному химическому составу, вода р. Большой Иргиз относится по содержанию в ней общего марганца к III типу поверхностных вод, в которых допустимое содержание соединений марганца составляет 0,1–2,0 мг/л [8]. Такие воды обязательно проходят стадию деманганации на очистных сооружениях.

Установлено повышенное содержание общего марганца в пробах воды у с. Пестровка (см. табл. 1, пробы №21–23) и в старице Попова Лука (см. табл. 1, пробы №24–26) от 0,2 до 0,35 мг/л (2–3,5 ПДК) в поверхностном слое до 8,9 мг/л (89 ПДК) и 1200–1870 мг/кг в придонной воде и донных отложениях. В старице оз. Попова Лука, изолированного от р. Большой Иргиз, чрезвычайно высокие концентрации общего марганца, возможно, обусловлены анаэробным характером протекающих в нем биохимических процессов.

На границе Саратовской и Самарской областей после впадения в р. Большой Иргиз р. Сестра (табл. 1, пробы №27–29), а особенно после впадения р. Камелик (см. табл. 1, пробы №30–33) до запруды в районе г. Пугачёва появляется слабое течение 0,1–0,2 м/с, что обуславливает несколько меньшее содержание общего марганца в придонных и донных пробах. Так, содержание общего марганца в поверхностных пробах воды составляет от 0,25 до 0,42 мг/л (2,5–4,2 ПДК), в придонной воде – от 4,17 до 5,84 мг/л (42–58 ПДК) и донных отложениях – от 1490 до 1510 мг/кг, соответственно.

Донные отложения также имеют выраженный гнилозный и сероводородный запах.

В пределах Пугачёвского водохранилища выше и ниже городского водозабора скорость течения уже отсутствует (см. табл. 1, пробы №1–12), лишь на открытых участках поверхностное течение связано с ветром. Перемешивание воды практически отсутствует, косвенно об этом

говорит значительный температурный контраст температур слоев воды.

Не установлено превышение ПДК общего марганца в поверхностном слое воды (0,5 м) Пугачёвского водохранилища в районе водозабора и в 600 м выше района водозабора. Повышенное содержание общего марганца найдено в поверхностном слое воды Пугачёвского водохранилища в районе 600 м ниже водозабора – 0,15 мг/л (1,5 ПДК), что связано со сбросом технологических вод водоочистной станции (см. табл. 1, проба №8). На средних глубинах 5–5,5 м содержание общего марганца составляет от 0,13 до 0,29 мг/л (1,3–2,9 ПДК), в придонной воде – от 1,78 до 3,06 мг/л (18–31 ПДК) и в донных отложениях – от 1800 до 4780 мг/кг. Донные отложения имеют выраженный гнилозный и сероводородный запах.

Кроме концентрации марганца определялись pH и содержание сопутствующих компонентов (общее содержание железа [9, 10], жесткость), которые необходимо учитывать при проведении деманганации природной воды с повышенным содержанием марганца. Содержание общего железа в открытых водоемах на поверхности и на средних глубинах составляло менее 0,25 мг/л, в придонных водах – от 1 до 5 мг/л. В старице оз. Попова Лука содержание общего железа у дна составляло 10 мг/л.

Общая кислотность воды в р. Большой Иргиз находится в интервале 7,4–8,3, жесткость воды небольшая и составляет в среднем 0,8–1,0 ммоль · экв/л.

По результатам химического анализа на содержание общего марганца и железа можно сделать следующие выводы.

1. Повсеместно от с. Пестровка до г. Пугачёва в водах р. Большой Иргиз на глубинах от 0,5 до 11 м выявлено повышенное и высокое содержание марганца: преимущественно в пределах 0,05–2 мг/л (0,5–20 ПДК), в ряде случаев до 4–5 мг/л (40–50 ПДК), что говорит о комплексной причине повышенного содержания общего марганца в природных водах.

2. В условиях недостаточного водотока и дефицита кислорода в речных старицах повышение концентрации марганца (особенно в придонных слоях), вероятно, связано с микробиологическими процессами в обогащенных органикой водах, что приводит к постоянному накоплению марганца в донных отложениях, значительно превышающих концентрации в илах открытых участков реки, пусть и сильно зарегулированных. Речной ил, в свою очередь, является источником соединений марганца, который вовлекается в биогеохимический круговорот в речной экосистеме.

3. В районе Пугачёвского водохранилища прослеживается тенденция вторичного загрязнения общим марганцем и железом природных вод от сбрасываемых технических вод с Пугачёвской водоочистной станции. При этом плотина водохранилища является геохимическим барьером,



препятствующим миграции химических элементов. Для выработки рекомендаций по нормализации экологической обстановки и предложений по деманганизации воды были обследованы водоочистные сооружения г. Пугачёва.

Содержание марганца в воде очистных сооружений определяли на каждом технологическом этапе очистки воды (см. табл. 1, пробы №13–20). В общем, технология очистки воды выглядит следующим образом: вода самотеком через трубы из Пугачёвского водохранилища попадает в бетонный приемный колодец, откуда закачивается насосами I подъема на барабаны грубой очистки и по системе труб с параллельным первичным хлорированием выводится самотеком на контактные осветлители (набор слоев песка разного гранулометрического состава). Вода через данную «подушку» просачивается снизу вверх в водопримные лотки, откуда, собираясь в единой трубе, вторично хлорируется и попадает в резервуар–отстойник, далее насосами II подъема данная вода подается в город по кольцевой системе водопользователям.

Установлено, что повышенное содержание общего марганца находится в пределах 2,72–3,74 мг/л в каждой пробе воды на всех стадиях водоподготовки, что составляет 27–37 ПДК. Очевидно, что в процессе водоподготовки вместо деманганизации воды происходит вторичное ее загрязнение соединениями марганца, начиная с

первого резервуара–колодца, куда вода самотеком попадает почти со дна Пугачёвского водохранилища, наиболее сильно загрязненного общим марганцем. Первичное хлорирование не срабатывает по причине непродолжительности процесса, связанного с отсутствием резервуара-отстойника. Контактные же осветлители практически сразу загрязняются и не могут справиться с очисткой. Вторичное хлорирование тоже не дает положительного эффекта, из-за незначительного размера резервуара-отстойника, загрязненного накопившимися продуктами, из которого вода под давлением подается в водопровод.

Стоит отдельно сказать об очистке песков контактного очистителя, которые промываются под давлением из специального резервуара хлорированной водой. Но при этом технические воды, загрязненные марганцем, сбрасываются в Пугачёвское водохранилище (см. табл. 1, проба №8) перед дамбой, откуда вторично попадают в приемный колодец.

Очень важной процедурой было определение содержания растворенных форм марганца (Mn^{2+}) и коллоидных его форм в пробах воды р. Большой Иргиз на входе в очистные сооружения и на выходе в городской колонке (табл. 2, пробы №34–37), поскольку ПДК по марганцу определяется не по общему суммарному содержанию, а его растворенной части.

Таблица 2

Результаты определения суммарного содержания и растворимых форм марганца в пробах природной воды р. Большой Иргиз и питьевой воды после очистки в г. Пугачёве

Номер пробы	Точка отбора пробы, дата	$c(Mn)$, мг/дм ³	$c(Mn^{2+})$, мг/дм ³	Соотношение раств. $c(Mn^{2+})$ к нераств. $c(Mn)$, %
34	Большой Иргиз, 600 м выше водозабора, глубина 5,5 м, 19.08.09	2,17	–	86,2
35	Большой Иргиз, 600 м выше водозабора, глубина 5,5 м, 19.08.09	–	1,86	
36	г. Пугачёв, колонка на ул. Чапаева / пр. Революции, 20.08.09	2,07	–	80,7
37	г. Пугачёв, колонка на ул. Чапаева / пр. Революции, 20.08.09	–	1,66	

На основе анализа данных табл. 2 можно сделать следующие выводы:

– в речной воде растворенные формы марганца присутствуют в количестве 86,2%, что является, скорее всего, следствием дефицита кислорода в реке и интенсивного протекания микробиологических анаэробных процессов;

– на стадии водоочистки процент растворенных форм марганца снижается всего лишь до 80,7%, что является критерием эффективности (-5%), а точнее, неэффективности, деманганизации воды в водоочистных сооружениях города.

Рекомендации по нормализации экологической обстановки в бассейне р. Большой Иргиз

В конечном итоге можно отметить очевидный факт: *река деградировала и потеряла способность*

к самоочищению, к чему привели следующие факторы:

1) природно-обусловленное маловодье территории водосбора, так как водосборный бассейн реки расположен в умеренно-засушливой и засушливой климатических зонах;

2) местами полное отсутствие водотока в реке, из-за ее полного зарегулирования плотинами;

3) активное заиливание прудов и водохранилищ, а также активное протекание процесса эвтрофикации по причине поступления биогенных веществ с распаханых полей и большой температуры нагревания солнцем приповерхностного слоя, вследствие большого водного зеркала водохранилищ и их небольшой глубины. Многие исследователи отмечают нехватку кислорода в



иргизской воде на окисление, из-за бурного развития сине-зеленых водорослей и других простейших гидробионтов, что приводит к созданию анаэробной обстановки в придонном слое воды. Недоокисление органики достигает 3,5 ПДК [11]. Указанные процессы привели к восстановлению ранее окисленных химических соединений, например марганца, в донных отложениях и переходу их в растворимые формы.

Степные реки типа Большого Иргиза в условиях Саратовского Заволжья в принципе непригодны для водоснабжения городов с населением более 40 тыс. чел. (г. Пугачёв), так как в реках недостаточно воды, а основной их сток приходится на весну. Река в процессе интенсивной хозяйственной деятельности на водосборе стала еще более маловодной. Строительство водохранилищ и прудов привело к резкому ухудшению качества воды в них из-за прекращения процессов самоочищения водных масс, заиления и эвтрофикации застойных водоемов, чего нельзя было предположить в 1950-е гг., когда до г. Пугачёва осуществлялась навигация с р. Волги.

Для сохранения ресурсов поверхностных вод в бассейне Большого Иргиза и в самом Иргизе необходимо:

- осуществить подпитку р. Большой Иргиз водой из р. Волги по Саратовскому оросительно-обводнительному каналу;

- строго соблюдать экологические нормы природопользования в водоохраных зонах (исключить попадание хозяйственных отходов в воды р. Большой Иргиз);

- периодически очищать русло реки и дно водохранилища от иловых накоплений;

- учитывая характер распределения соединений марганца в р. Большой Иргиз по вертикали, поднять уровень водозабора на 2,5–3 м;

- осуществить полную очистку резервуаров на очистных сооружениях (водоприемный колодец и резервуар для воды после хлорирования);

- в качестве реагентного метода деманганации воды применить озонирование, так как при высоких концентрациях растворенных форм марганца, находящегося в виде прочных комплексных соединений с органическими лигандами, перманганатометрический способ и деманганация хлорированием малоэффективны;

- утвердить областную целевую программу по оценке экологической обстановки на малых реках и их водосборах для разработки рекомендаций по рациональному природопользованию.

Библиографический список

1. Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов, 1996.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 12. Нижнее Поволжье. Западный Казахстан. Вып. 1. Бассейн реки Волги ниже г. Чебоксары. М.; Л., 1971. 409 с.
3. Большая советская энциклопедия. 2-е изд. Т. 18. С. 437.
4. ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». М., 2001. 30 с.
5. ГОСТ Р 51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб». М., 2001. 6 с.
6. ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность». М., 1984. 9 с.
7. ГОСТ 4974-72 «Вода питьевая. Методы определения содержания марганца». М., 1976. 7 с.
8. ГОСТ 4011-72 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа». М., 1994. 9 с.
9. ГОСТ Р 52407-2005 «Вода питьевая. Методы определения жесткости». М., 2006. 4 с.
10. Гончарук Е.И. и др. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене: Учеб. пособие. М., 1990, 416 с.
11. Схема территориального планирования Пугачёвского района: В 4 т. Т. I. Общая характеристика района. Саратов, 2009. 214 с.

УДК [912.44:004] (470.44)

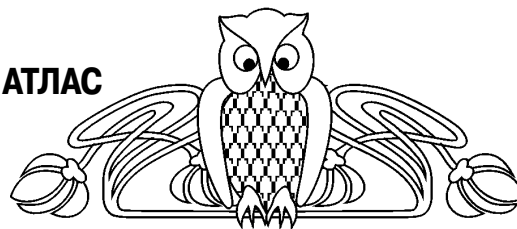
УЧЕБНО-КРАЕВЕДЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ АТЛАС САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ

Т.Д. Крысанова¹, Ю.В. Паршина, А.В. Федоров², А.Н. Чумаченко¹

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: geogr@sgu.ru

¹кафедра физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: Parshinajv@mail.ru

²лаборатория геоинформации и тематического картографирования
Научно-образовательного внедренческого центра геоинформационных технологий
E-mail: gis@sgu.ru



Развитие общества связано с накоплением территориально-распределенной информации, где основную роль в накоплении и сохранении данных играют атласы, в том числе и электронные. В данной статье сформулированы методические принципы, на которых основываются разработка и создание учебных электронных атласов. В статье представлена последовательность этапов работы по проектированию и созданию учебно-краеведческого электронного атласа Саратовской области, а также раскрыты некоторые вопросы по методике его создания.



Ключевые слова: электронный атлас, атласное картографирование, геоинформационное картографирование, учебно-краеведческий атлас.

Educational-local History electronic Atlas of Saratov Region: Making foundations and Methods

T.D. Krysanova, J.V. Parshina, A.V. Fedorov, A.N. Chumachenko

Society development is closely related to collecting of geographically-distributed information, where the main accumulation and storage role plays atlases, and electronic atlases. The article represents work periods succession of projecting and making of Saratov region educational- local history electronic atlas. Also some aspects of atlas making methodology are disclosed.

Key words: electronic atlas, atlas mapping, geoinformatic mapping, educational-local history atlas.

Современное общество неразрывно связано с процессом информатизации. При этом одним из важнейших направлений данного процесса является использование информационных технологий в образовании. Эта тенденция соответствует изменившимся целям образования, которые требуют обновления методов, форм организации и средств обучения. Несомненно, это относится и к географическому образованию, для которого является исключительно важным применение на уроках, наряду с традиционными средствами, такими как атласы и контурные карты, новых и современных средств обучения, например электронных атласов.

На сегодняшний день подобные атласы приобретают все большую популярность, поскольку обеспечивают познавательную функцию географии на качественно новом техническом уровне. Еще одним немаловажным фактором, говорящим в пользу использования электронных атласов, является экономия трудовых, финансовых и временных затрат на создание, редактирование и обновление, в сравнение с их полиграфическими версиями.

Реализация приоритетного национального проекта «Образование» и Программы регионализации школьного образования создала благоприятные условия для разработки пособий по географии Саратовской области с использованием современных технологий. В рамках инновационной образовательной программы «Формирование и реализация инновационных научных и образовательных программ подготовки и переподготовки конкурентоспособных специалистов в регионе на базе университетского комплекса» на основе научно-внедренческого образовательного центра геоинформационных технологий (НВОЦ «ГИС-центр» СГУ) (при географическом факультете) разработана концепция создания на базе геоинформационной системы Саратовской области учебно-методических материалов для высших и средних региональных учебных заведений. Среди таких материалов важное место отведено учебно-

краеведческому электронному атласу Саратовской области.

При разработке структуры и содержания учебных атласов необходимо учитывать, что содержание образования по географии Саратовской области включает в себя изучение нескольких теоретических блоков, среди которых можно выделить географическое положение, историю освоения и заселения, хозяйственную оценку природных условий и ресурсов, типичные и уникальные природные комплексы, экологическую ситуацию и прогнозирование, охраняемые природные территории и объекты, население и трудовые ресурсы, национальный состав, традиции и обычаи народов, населяющих область, проблемы и перспективы развития региона и др.

Необходимо также учитывать, что изучение Саратовской области целесообразно проводить с широким использованием самостоятельных и практических работ учащихся по представленным темам.

В методическом плане содержание атласов должно отвечать требованиям, отражающим различные аспекты методики обучения географии. Каждое требование отражает определенное методическое содержание.

1. Планирование:

– *соответствие целям обучения* – основополагающее условие создания учебных материалов. В соответствии с программой по географии целью обучения являются раскрытие географической картины мира, выработка научных взглядов на взаимосвязь природы и общества, раскрытие основ общественного производства, развитие географического мышления;

– *соответствие содержанию учебных программ.*

2. Контекст:

– *раскрытие причинно-следственных связей изучаемых явлений*, которое является специфическим принципом при составлении географических учебных материалов. В текстах и иллюстративных материалах необходимо учитывать и отражать взаимосвязь географических явлений, а также взаимосвязь и взаимозависимость явлений окружающего мира и деятельности человека;

– *последовательная реализация методической концепции.*

3. Фокусирование учебного процесса на деятельности учащихся:

– *стимулирование мотивации учащихся.* Этот принцип представляет собой одно из основных дидактических требований к уроку – повышение интереса обучаемых к предмету.

– *соответствие уровню предметных знаний, умений и навыков учащихся;*

– *соответствие познавательным интересам учащихся* – требование подчеркивает концепции учебных материалов с точки зрения особенностей мотивационной сферы.



4. Доступность:

– *наглядный характер учебного материала.*

Требования к современному атласу предполагают включение в его разделы, материала сочетающего карты, космические снимки, диаграммы, рисунки, таблицы, тексты, справочный материал. Особое внимание уделяется использованию космических фотоизображений, которые должны органически войти в содержание атласов. Космические снимки способствуют раскрытию изучаемых понятий, более эффективному формированию представлений о тех или иных географических объектах или явлениях;

– *оптимальное использование вербально-информационных и картографических материалов.* При составлении атласов должен соблюдаться следующий методический принцип: сопроводительная информация к наглядным материалам (картам, космическим снимкам, диаграммам, рисункам, таблицам, фотографиям, схемам и т.д.) должна способствовать более эффективному восприятию новых сведений по географии.

5. Самостоятельность:

– *реализация принципов проблемно-ориентированного и поискового обучения.* Данное требование носит инновационный характер и указывает на направление обучения от частного к общему, т.е. путем индукции. Ученики не получают готовых ответов, а самостоятельно, путем интенсивной мыслительной деятельности достигают необходимых результатов;

– *ориентация на развитие мыслительных процессов и продуктивного мышления обучаемых.* Она предполагает создание условий, способствующих развитию продуктивного мышления учащихся, обучение их методам синтеза и анализа изучаемых явлений. Этот принцип тесно связан с вышеуказанным требованием.

6. Формирование базовой компетенции:

– *системы географических знаний.* Данное требование является реализацией основной задачи обучения географии в школе – формирование системы географических знаний, в том числе и картографических;

– *системы практических умений и навыков.*

При разработке структуры и содержания региональных географических атласов, предназначенных для разных возрастных групп учащихся, нужно также учитывать основные тенденции географической науки, влияющие на содержание географического образования:

– интеграцию двух ветвей географии, усиление комплексных подходов. Это выразилось в объединении курсов физической и экономической географии, создании курсов, где общеземледельческие знания тесно взаимосвязаны с комплексным страноведением. Это определяет необходимость включения в атласы комплексных карт как по региону в целом, так и отдельным его районам;

– экологизацию содержания географического образования требует рассмотрения ресурсовед-

ческих вопросов, проблем сохранения живой и неживой природы, охраны окружающей среды, создания карт, раскрывающих экологические проблемы регионального и локального уровней;

– гуманизацию содержания географического образования, которая выражена в усилении внимания к человеческому, личностному фактору, социальным аспектам развития общества, что нашло отражение в изучении в большем объеме, чем ранее, историко-географических и страноведческих знаний. Следовательно, в атласы, желательнее, включить карты по истории открытий и исследований территории, а также карты, отражающие языки, культуру, религиозные особенности населения региона;

– практическую направленность географического образования, которая выражается в особом внимании к формированию специфических для географии умений и навыков в тесном единстве с системами изучаемых теоретических и эмпирических знаний, раскрытию прикладного, конструктивного характера современной географической науки, что определяет разработку методических рекомендаций и системы практических заданий для учащихся разных типов учебных заведений в качестве приложения к атласам разного уровня.

Исходя из сформулированных методических принципов была разработана структура учебно-краеведческого электронного атласа Саратовской области.

Структура электронного атласа как картографического произведения должна быть достаточно четко определена. Главные структурные вопросы для любого атласа заключаются в последовательности размещения тематических карт и в каждом разделе [1].

Содержание картографического блока «учебно-краеведческого электронного атласа Саратовской области», развертывается в следующих крупных тематических разделах и подразделах, обеспечивающих полноту охвата картами и другими материалами ключевой проблематики региона.

Первый раздел атласа – *вводный*, сюда входят карта географического положения Саратовской области на карте России, административная и физическая карты Саратовской области.

Далее следует *раздел карт природы*. Разнообразие карт природы определяется многочисленностью их сюжетов. Последовательность размещения в атласе карт природы обычно соответствует характеру и выраженности основных природных связей. В разрабатываемом атласе к этому разделу отнесены следующие карты: геологическая, климатическая, гидрологическая, почвенная, растительности, зоогеографическая и ландшафтная.

Следующий *социально-экономический раздел* атласа посвящен населению, его социально-демографическим характеристикам и характеристикам хозяйства области, за ними следуют карты инфраструктуры.



Затем следует раздел *эколого-географических карт*. Это связано с возрастающей ролью экологического воспитания. Практически в каждой теме рассматриваются вопросы охраны окружающей среды. Включение этих карт позволит наглядно отразить экологические проблемы, их масштаб и территориальную приуроченность.

Самостоятельный раздел образуют исторические карты: истории заселения области, истории освоения территории области и др. [2].

Кроме картографического блока атлас включает еще несколько функциональных блоков: текстовой (научно-справочный), космо-, фото- и видеоизображений, практических работ, тестирования, блок моделей.

В справочной системе атласа даются разъяснения по структуре атласа и общему его использованию.

Текстовый блок мультимедийного атласа включает справочную информацию по территории Саратовской области. Текстовая информация, так же как и картографическая, представлена для удобства пользователей в виде справочной вкладки с аналогичными разделами: «Вводный», «Природа Саратовской области», «Население и хозяйство Саратовской области», «Экологическое состояние Саратовской области», «История Саратовской области». В статьях этих разделов будут содержаться имеющиеся в настоящее время сведения по рельефу, климату, внутренним водам, ландшафтам, растительному и животному миру, охраняемым территориям, памятникам природы, истории освоения края, об административно-территориальном делении, населении (численность, национальный состав, религии и др.), экономике и населенных пунктах области.

Основой для создания этих разделов может послужить опубликованное школьное пособие «География Саратовской области» [3]. При использовании новых статистических данных, а также схем и иллюстраций учащиеся смогут получить более полную картину по той или иной теме.

Кроме этого, в атласе планируется представить блок мелкомасштабных и крупномасштабных космических изображений, их можно будет сопоставить с различными картами атласа.

Предполагается блок практических работ, в котором должна быть осуществлена возможность интерактивной работы с тематическими, в частности экономико-географическими, картами атласа (построение карт по табличным данным, которые можно обновлять). В этот блок также будет включена работа с контурными картами, а также представлена возможность их вывода на принтере в разной степени генерализации (для выполнения «вручную» различных заданий).

Блок тестирования позволит преподавателю проверить уровень усвоения пройденного на уроке, а школьнику – осуществить самоконтроль в процессе подготовки к занятиям.

Блок моделей даст возможность увидеть «с птичьего полета» ландшафт современного города, а также посмотреть трехмерную модель основных достопримечательностей Саратовской области, таких как Кумысная поляна или Хвалынский национальный парк.

Технологическая реализация данной структуры в рамках разработки атласа должна опираться на следующие этапы работы.

I этап. Постановка задания. Формирование требований к проекту. Составление технического задания по разработке электронного атласа. Написание развернутой программы атласа.

II этап. Выбор формальной структуры электронного атласа, моделей баз данных, объектов и потоков информации. Разработка сценария и синтез модели. При создании сценария необходимо предусмотреть последовательность работы с атласом, возможность изменения хода работы и выхода из него (завершение работы).

III этап. Форма представления информации и выбор программных продуктов.

После разработки сценария и создания модели определяются программные продукты для реализации проекта. На этом этапе необходимо использовать два вида программных продуктов:

- для подготовки и обработки материалов, составляющих проект (геоинформационных данных, графических объектов, аудио- и видеозаписей, текста);
- для создания электронного атласа, разработки пользовательского интерфейса атласа.

После выбора программных средств определяются форма представления информации и инструменты для ее реализации.

IV этап. Синтез компьютерной модели объекта. После анализа возможностей выбранных программных продуктов электронный атлас реализуется на компьютере. В процессе этого предстоит пройти следующие две стадии.

1) подготавливается картографический, текстовый, гипертекстовый (документ, содержащий ссылки на другие документы), аудио- и видеоматериал при помощи выбранных программных продуктов. Этот этап требует определенных навыков и знаний различных программных продуктов.

2) создается и тестируется компьютерная модель.

V этап. Работа с электронным атласом.

На этом этапе проектирования и разработки атласа осуществляется предварительное тестирование атласа – функциональное и структурное. Происходит проверка соответствия поведения программы ее внешней спецификации. При структурном тестировании осуществляют проверку логики содержания и работы атласа.

На первых этапах в рамках разработки программы атласа были обозначены основные положения: тип атласа по содержанию, круг потребителей, основные задачи, на решение которых рассчитан атлас.



Атлас как система карт имеет свою уникальную структуру, которая подразумевает особую «жесткость» построения. В атласной картографии она определяется следующими главными факторами [1, 4]:

- картографируемым пространством, его размерами и географическими особенностями;
- назначением, т.е. кругом основных пользователей и техническими условиями работы с атласами;
- содержанием – шириной и глубиной информации, заложенной в атласе, пределами освещения того или иного природного и социально-экономического явления или их совокупности.

По своей структуре и содержанию учебно-краеведческий электронный атлас Саратовской области относится к «общим комплексным атласам». Они представляют собой наиболее сложные по построению атласы, дающие разностороннюю характеристику территории, отражающие явления в их взаимосвязи и зависимостях.

Электронный атлас Саратовской области носит учебно-краеведческий характер. Он ориентирован на научное и учебное применение. Атлас опирается на подробные современные достоверные и точные знания и материалы.

Создание такого атласа направлено на обобщение современной информации о Саратовской области (природе, ресурсах, населении, хозяйстве, экологии, истории, наследии, а также предпосылках и перспективах устойчивого развития).

На третьем этапе решалась задача определения программных средств реализации электронного атласа, поскольку это один из наиболее важных моментов, наряду с традиционными для картографии вопросами разработки его структуры, содержания, компоновки, способов изображения и т.п.

При выборе программного обеспечения для реализации поставленных задач учитывались следующие требования:

- возможность быстрого ввода и редактирования графической и табличной информации;
- наличие аппарата, позволяющего производить логико-математическую обработку и трансформацию изображения (оверлейные операции, проекционные преобразования и т.д.);
- наличие блока обмена данными с другими программами-системами (экспорт/импорт).

Создание электронного атласа основывается на методах и методиках построения мультимедийных произведений и геоинформационном картографировании.

Техническое обеспечение создания атласа будут обеспечивать программные продукты различного направления:

1) геоинформационные программные продукты для подготовки картографического материала и экспортирования его в мультимедийную среду: MapInfo Professional компании MapInfo Corporation, ArcGis компании ESRI и др.;

2) мультимедийные программные продукты для преобразования материала и создания мультимедийного атласа: Macromedia Flash, Macromedia Fireworks, Macromedia Director компании Adobe;

3) графические редакторы для обработки фотографического и других материалов (Adobe Photoshop компании Adobe) и составления карт (CorelDraw компании Corel Corporation);

4) сетевые и серверные программные продукты для публикации атласа и интерактивных модулей в сети Интернет и работы с серверами: Macromedia Homesite, Macromedia Dreamweaver компании Adobe, Apache HTTP Server компании Apache Software.

В качестве основного программного продукта на этапе подготовки картографических баз данных была выбрана система настольной картографии – MapInfo Professional. Это полнофункциональная векторная ГИС, имеющая возможность работать с табличными базами данных, позволяющая реализовать все функциональные этапы геоинформационного картографирования – от ввода данных до оформления итогового отчета и вывода готовой продукции.

На всех этапах работы по созданию атласа особое внимание уделялось следующим аспектам: возможностям и методам использования атласа, разработке структуры разделов, выбору картографической основы, определению требований к программному обеспечению, методическим вопросам подготовки цифровой основы. Оценка перечисленных параметров позволила разработать методику составления электронного атласа и наметить комплекс мероприятий по сбору и обработке необходимой информации, определить ее объем и характеристики.

Основными требованиями при выборе исходной картографической основы являлись:

- точность изображения (изображение хорошо читаемо, выполнено на слабо деформирующемся материале);
- современность;
- соответствие требованиям руководящих нормативных документов.

В соответствии с перечисленными параметрами в качестве географической основы была использована актуализированная топографическая карта Саратовской области (на 6 листах) масштаба 1 : 200000 1996 г. издания, оцифрованная в лаборатории геоинформатики и тематического картографирования географического факультета СГУ.

Для создания карт природы использовались ранее опубликованные источники. Для составления карт социально-экономического и демографического разделов применялись данные, опубликованные территориальным органом федеральной службы государственной статистики по состоянию на 1 января 2008 г. и 1 января 2009 г.

При разработке структуры и содержания географических атласов Саратовской области для разных целевых категорий учитывался также



опыт создания двух обычных атласов: Атласа Саратовской области и Эколого-ресурсного атласа Саратовской области (комплект настенных карт).

Атлас Саратовской области 1978 г. является на данный момент наилучшим комплексным картографическим произведением, разработанным для нашей области. Основа его содержания – тематические карты масштаба 1 : 2 250 000. Он включает в себя административную карту, физическую, геологическую, тектоническую, карту четвертичных отложений, серию климатических и фенологических карт, почвенную карту, карту растительности, зоогеографическую карту, карту охраны природы, серию экономических карт (их информация устарела, так как атлас выходил в 1978 г.), которые можно использовать при изучении географии Саратовской области.

Эколого-ресурсный атлас Саратовской области под редакцией В.С. Белова 1995 г. – одно из последних картографических произведений по нашей области. Он включает 11 карт по данной тематике масштаба 1 : 500 000.

В процессе векторизации был сформирован набор базовых графических слоев, которые содержат границы административно-территориального деления территории, гидрографическую сеть, железные и автомобильные дороги, населенные пункты и др. Каждый объект слоя описан набором показателей. Например, все объекты слоя «Населенные пункты» охарактеризованы по следующему шаблону: код объекта, его название, статус населенного пункта, количество населения и т.д.

При создании электронного атласа необходимо учесть особенности способа его воспроизведения на мониторе компьютера или через проектор, а также необходимо выбрать модель представления данных, которая должна отвечать следующим требованиям:

- наглядности представления информации;
- простоте ввода и получения информации;
- удобству поиска, просмотра и отбора информации;
- возможности использования информации из других программных продуктов;
- возможности оперативного обновления атласа;
- обладать дружественным интерфейсом, обеспечивающим интерактивный режим.

Материалы, содержащиеся в тематических разделах, представлены внутри электронного атласа в различных форматах. Точность карт в атласе (и их производных – на бумаге), размеры условных знаков (в частности, толщины линий) должны соответствовать требованиям действующих в настоящее время инструкций по составлению карт соответствующих масштабов, а также стандарта на цифровые карты.

Как при разработке карт для бумажной версии, так и для карт, входящих в электронный атлас, особое внимание должно уделяться качеству

картографических изображений: соответствии предписанным допускам и нормам составления карт, полноте, географической, топологической и текстовой корректности, точности, загруженности, качеству графики, читаемости и выразительности.

Очень важным условием исполнения данного программного продукта должно быть применение такого программного обеспечения, которое будет позволять работать с электронным атласом на любых компьютерах – с любыми процессорами, любой операционной системой и любым объемом оперативной памяти. Обязательное условие – наличие дисководов для прочтения компакт-дисков или связь с Интернетом при работе с сетевой версией атласа.

Электронный атлас должен представлять собой вполне законченный информационно-технологический продукт, обеспечивающий широкие возможности по накоплению, визуализации, обновлению, анализу и моделированию пространственно-определенной информации в прикладных и познавательных целях.

Для более эффективного использования издание должно быть снабжено алфавитным указателем, а также списком сокращений.

Заключение

Электронный атлас – прямой наследник классических бумажных атласов, созданный с использованием современных компьютерных технологий. Атлас, являясь системным собранием взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга карт, разрабатывается по единой программе как целостное произведение и издается в виде книги или комплекта листов [5]. Электронный атлас представляет собой фактически программный продукт, распространяемый на любых носителях электронной информации и по каналам Интернета. Как и в классическом понимании, электронный атлас является географической энциклопедией, в которой концентрируется знания и представления о местности и жизни общества. Информация передается в нем в наглядной, доходчивой для прочтения, изучения и использования форме.

Основные задачи электронного регионально-атласа заключаются в том, чтобы:

- дать свод современной информации и знаний о регионе – природе, ресурсах, населении, хозяйстве, экологии, истории, наследии, а также предпосылках и перспективах устойчивого развития;
- предоставить пользователю достоверный материал для формирования федеральных и региональных научно-технических и иных проектов, программ и инициатив экономического, экологического, культурно-исторического, геополитического, геостратегического и иного значения;



– дать импульс повышению интереса к региону и его изучению.

Атлас как автономный и сетевой продукт может служить каналом связи между различными целевыми группами пользователей атласа.

Учебно-краеведческий электронный атлас Саратовской области – произведение нового поколения, воплощающее в себе современные технологии и большой массив географических знаний, сохраняющее преемственность с известными образцами отечественной картографической продукции. Как целостное произведение атлас может стать информационно-справочной системой, содержащей различную информацию о регионе, которая благодаря сети Интернет может быть доступна большому числу пользователей.

УДК [581.526.53:630*182.4] (470.44)

ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КАК ЭЛЕМЕНТ ЛАНДШАФТОВ ПОЛУПУСТЫННОГО САРАТОВСКОГО ПРИУЗЕНЬЯ

Н.В. Пичугина

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

Статья посвящена анализу места древесно-кустарниковой растительности природного и антропогенного происхождения в структуре и функционировании ландшафтов полупустынного Саратовского Приузенья. В работе использованы материалы полевых исследований разных лет, топографические и тематические карты, космические снимки, элементы ГИС-технологий.

Ключевые слова: ландшафты, полупустыня, Саратовская область, Заволжье, древесно-кустарниковая растительность.

Tree-shrubbery Vegetation as the Element of Landscapes of semi-desert Saratov Priuzenye

N.V. Pichugina

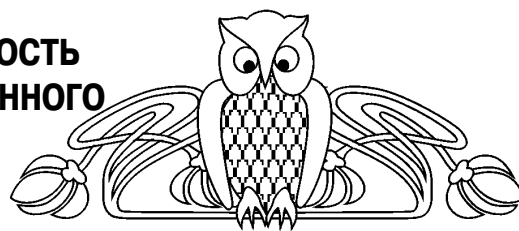
This article is devoted to the analyses of the role of tree-shrubbery vegetation of natural and anthropogene origin in the structure and functioning of landscapes of semi-desert Saratov Priuzenye. In this work there are used the materials of field field researches of different years, topographic and subject charts, space photographs, elements of GIS-technologies.

Key words: landscapes, semi-desert, Saratov Region, Zavolzhye, tree-shrubbery vegetation.

Ассоциативно северная полупустыня Прикаспийской низменности воспринимается как плоская безлесная равнина с однообразным внешним обликом. Вместе с тем более близкое знакомство с исследуемой территорией открывает интересные и эффектные элементы ее ландшафтной структуры, одним из которых является древесно-кустарниковая растительность.

Библиографический список

1. Сваткова Т.Г. Атласная картография. М., 2002. 203 с.
2. Паршина Ю.В. Структура и содержание учебного электронного географического атласа Саратовской области // ИнтерКарто/ИнтерГИС 14: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: Материалы Междунар. конф., Саратов, Урумчи – 2008. Саратов, 2008. С. 262–265.
3. Демин А.М., Макарецова Л.В., Уставицкова С.В. География Саратовской области. Саратов, 2008. 336 с.
4. Берлянт А.М., Востокова А.В., Кравцова В.И. и др. Картоведение. М., 2003. 477 с.
5. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. М., 2002. 336 с.



Целью представленной работы являются рассмотрение состава древесно-кустарниковой растительности природного и антропогенного происхождения, анализ ее роли в функционировании геосистем. Для исследования выбрана территория полупустынного Саратовского Приузенья.

Исходные материалы и источники. В рамках данной работы были использованы: материалы полевых исследований 1990, 1992, 1997, 1998, 2004, 2007 и 2009 гг., топографические и тематические (почвенные, ландшафтные и др.) карты, космические снимки, научные публикации (монографии, статьи).

Методы исследования: описательный, сравнительный, картографический с использованием геоинформационных технологий. Для определения местоположения в полевых условиях применялся GPS-приемник.

Исследуемая территория административно охватывает юго-западную часть Новоузенского района (около 25% от площади района) и 97% Александрово-Гайского района Саратовской области.

Со второй половины XX в. к вопросу физико-географического районирования Саратовского Заволжья обращались многие исследователи: П.С. Кузнецов [1], Н.К. Алексеевская и М.А. Шабанов [2], А.К. Пестряков и др. [3, 4], А.Г. Доскач [5], И.В. Копыл [6] и В.А. Николаев [6, 7], В.З. Макаров и др. [8, 9], Н.В. Пичугина [10] и др.

Неизменным на схемах ландшафтного районирования было выделение на крайнем юге левобережья Саратовской области полупустынной зоны. В пределах Волго-Уральского междуречья



она приурочена к северной части Прикаспийской низменности. Вместе с тем следует отметить, что до сих пор существуют разночтения в определении названия и зональной принадлежности полупустыни у ландшафтоведов, геоботаников и почвоведов. Например, в работе Г.М. Абдурахманова, Д.А. Кривоуцко и др. [11] лесостепь и полупустыня относятся в качестве подзон, соответственно, к «луговым степям» и «опустыненным степям» степной зоны. И.Н. Сафронова [12] также определяет северную полупустыню как «опустыненную степь».

В работах В.А. Ковды [13], М.С. Буяновского и др. [14], А.Г. Исаченко [15], в монографиях [16–18] северная часть Прикаспийской низменности входит в состав полупустынной зоны. В справочнике-определителе [19] светло-каштановые почвы являются индикатором северной подзоны, а бурые полупустынные почвы – южной подзоны «пустынно-степной» или «полупустынной» зоны. М.А. Глазовская и А.Н. Геннадиев [20] рассматривают полупустыню в качестве самостоятельной природной зоны, а ее зональным типом называют бурые пустынно-степные почвы. Вместе с тем они отмечают «тяготение» к полупустыне светло-каштановых почв.

Обзор работ, посвященных вопросам определения границ, ландшафтного ранга и названия полупустынной зоны, можно продолжить. Как отмечает В.А. Николаев [7], с 1907 г. в географии используется термин «полупустыня» для обозначения зонального экотона между степными и пустынными ландшафтами. Термин «опустыненная степь», используемый в работах геоботаников [12] и других исследователей, можно рассматривать в качестве уточняющего названия для северной полупустыни.

В пределах Саратовской области северная граница полупустыни идет от р. Малый Узень (южнее с. Августовка) к пос. Алтайский и г. Новоузенск, перескакает р. Большой Узень, затем следует на восток через хут. Морозов к р. Дюра (южнее с. Пограничное).

В соответствии со схемой физико-географического районирования Прикаспийской низменности [6], Приузенская равнина относится к Узенско-Чижинскому физико-географическому району Северо-Волго-Уральской провинции. Согласно ландшафтному районированию Саратовской области [8] и Саратовского Заволжья [9, 10], рассматриваемая территория входит в состав Приузенского (Межузенского) ландшафтного района северной полупустыни Прикаспийской низменности.

На Приузенской равнине представлено четыре зональных ландшафта и два интразональных долинных ландшафта [9, 10]. Между рр. Большой Узень и Малый Узень находятся Межузенские северный и южный ландшафты, а в левобережной части Большого Узеня – Узенско-Дюринский и Узенско-Большелиманский ландшафты. Межузен-

ский северный и Узенско-Дюринский ландшафты приурочены к раннехвалынской поверхности Прикаспийской низменности с абсолютными высотами 25–38 м. Межузенский северный ландшафт вытянут с северо-запада на юго-восток на 57 км, а Узенско-Дюринский имеет протяженность с севера на юг около 18 км. Межузенский южный и Узенско-Большелиманский ландшафты находятся на среднехвалынской поверхности Северного Прикаспия и характеризуются высотами 20–25 м над у.м. Их протяженность с северо-запада на юго-восток в пределах Саратовской области составляет около 25 км.

Основными элементами ландшафтной структуры исследуемой территории являются аккумулятивные плоские и слабонаклонные равнины с двучленными и трехчленными пустынно-степными комплексами (ПСК), урочища палин и лиманов, а также долинные геосистемы.

Почвенно-растительный покров ландшафтов характеризуется комплексностью. На светло-каштановых почвах представлены белополынно-ковыльно-типчачковые, типчачковые и ромашниково-типчачковые сообщества. К солонцам приурочены прутняково-камфоросмово-чернополынные и эфемерово-чернополынные галофитные ассоциации. На лугово-каштановых почвах западин и палин распространены разнотравно-ковылково-тонконоговые, разнотравно-тырсово-мезофитнозлаковые луговые степи в сочетании с зарослями степных кустарников. Для гидроморфных комплексов характерны разнотравно-галофитнозлаковые, галофитнозлаково-селитрянополынно-пырейные, бекманиевые и вейниковые луга на луговых и лугово-лиманских почвах. Местоположения с более близким к поверхности залеганием грунтовых вод занимают осоково-камышовые, тростниково-клубнекамышовые, розговые, галофитноразнотравно-ситнягово-пырейные, кермеково-солеросовые сообщества и заболоченные луга на лугово-болотных иловатых почвах и солонцах.

Значительные площади Саратовского Приузенья занимают Малоузенский и Большеузенский долинные ландшафты. Вторые надпойменные террасы со светло-каштановыми остаточнолуговатыми почвами и их комплексами с солонцами здесь плавно переходят в ландшафты междуречных равнин. На лугово-каштановых почвах и аллювиальных слоистых почвах долин встречаются лесные массивы, заросли кустарников, а также злаково-разнотравные и злаковые луга из канареечника, пырея и коостра.

Подробная характеристика природных условий и ландшафтной структуры исследуемой территории дана в ранее опубликованных работах [9, 10, 21, 22 и др.].

Древесно-кустарниковая растительность природного происхождения в северной полупустыне приурочена к долинам рек, приречным



балкам и оврагам; заросли кустарников – к западинам и падинам междуречных равнин, лиманным понижениям.

Лесные массивы («культюки») встречаются в основном на первой надпойменной террасе и пойме р. Большой Узень [23, 24]. Их доля в ландшафтной структуре исследуемого района не превышает 1%. Вместе с тем они имеют большое значение и как места произрастания многих редких для полупустынной зоны видов растений, и как места обитания различных представителей животного мира, и как элементы природного экологического каркаса. Изучение долинных геосистем было проведено в 1997 г. совместно с В.А. Николаевым и И.В. Копыл [21], а также в полевые сезоны 2004 г. [10, 22] и 2007 г. [23, 24]. Древесный ярус культунок в основном формируют тополь белый, вяз гладкий и клен татарский. Во втором ярусе встречаются вяз приземистый (мелколиственный), клен американский, ясень пенсильванский (зеленый), внедрение которых в долинные сообщества обусловлено, видимо, их самораспространением из придорожных и полезащитных лесополос. Кустарниковый ярус представляют жимолость татарская, крушина слабительная, роза собачья, роза иглистая и ежевика сизая. Куртины из кустарников образуют терн, таволга городчатая, спирея зверобоелистная, миндаль низкий (бобовник), солодка уральская. Единично или небольшими группами в культунках встречаются яблоня и груша. Ближе к воде появляются ветла и кустарниковая форма ивы. Густые заросли на отдельных участках формирует лох остроплодный (узколиственный).

Для балок и оврагов Приузенской равнины характерны, прежде всего, заросли степных кустарников. Здесь встречаются терн, таволга городчатая, спирея зверобоелистная, миндаль низкий (бобовник), солодка уральская, ива (кустарниковая форма), лох узколистый. Заросли кустарников чаще всего приурочены к нижним частям склонов и днищам балок и оврагов, реже – к их верховьям.

Следующим элементом ландшафтной структуры северной полупустыни, обеспечивающим благоприятные условия для произрастания степных кустарников, являются падины и западины («степные блюдца»). Они приурочены к междуречным равнинам, где занимают неглубокие понижения со слабо выраженными бортами. Площадь падин может составлять от нескольких до сотни гектаров, а относительная глубина – 1–1,5 м. Диаметр западин 5–10 м, иногда – больше, относительная глубина – около 0,5 м. Для этих понижений характерно наличие линзы пресной воды, образующейся за счет перераспределения поверхностного стока, а также формирование лугово-каштановых почв. Западины, как правило, являются составным элементом трехчленных пустынно-степных комплексов. Кустарниковый ярус западин и падин образуют спирея зверобоелистная и бобовник. Иногда среди зарослей

спиреи встречаются отдельные кусты терна или розы собачьей.

В первой половине XX в. доля пахотных угодий составляла 11–12% от площади Саратовского Приузенья и была приурочена преимущественно к падинам. Падины использовали для выращивания зерновых и бахчевых культур, а также под яблоневые сады, иногда с участием груши. Кроме этого, они служили сенокосными угодьями. Как отмечают Н.Г. Сенкевич и И.Н. Оловянная [25], в северной полупустыне Волго-Уральского междуречья из-за выпаса скота, сенокосения и распашки земель значительно сократилась площадь, занятая степными кустарниками. В середине 80-х гг. XX в. в совхозах Александрово-Гайского района проводили специальные мероприятия по уничтожению степных кустарников на пастбищах. Больше всего, видимо, от этой борьбы пострадал миндаль низкий. Во время полевых исследований, проводимых совместно с Н.Г. Сенкевич в 1992 г., на рассматриваемой территории к югу от с. Александров Гай была выявлена лишь одна падина с зарослями бобовника. В этой падине в начале XXI в. миндаль низкий обнаружить уже не удалось. Вместе с тем снижение нагрузки на пастбищные угодья в последние два десятилетия привело к восстановлению на отдельных участках Приузенской равнины трехчленных пустынно-степных комплексов. Это проявляется, в частности, в растительном покрове западин, когда происходит восстановление кустарникового элемента. В мае 2009 г. во время полевых исследований к западу от с. Сысоева было выявлено, что формирование кустарникового яруса западин естественным путем происходит не только за счет спиреи зверобоелистной, но и бобовника. Он образует сообщества со спиреей или, иногда, формирует монодоминантные заросли. Заросли кустарников начинают восстанавливаться и на старых залежах.

Еще одним естественным местом произрастания для кустарников являются лиманные понижения с близким залеганием грунтовых вод. Неглубокие лиманы с луговыми и лугово-лиманными почвами и их комплексами с солонцами под пырейными и бекманиевыми сообществами, иногда с зарослями солодки (голой и уральской), используют под сенокосы или выпас скота. Реже встречаются лиманы, которые полностью заняты солодкой. Этот кустарник распространен также на придорожных и приканальных участках. Местные жители используют корень солодки в лекарственных целях, а также в пищу для приготовления моченых яблок, при засолке помидоров, огурцов и арбузов.

В 90-е гг. XX в. и в первое десятилетие XXI в. кустарники начали осваивать новые места. Нередко происходит зарастание кустарниковой формой ивы приканального пространства, а также дна и бортов земляных каналов, периодически заполняемых водой. Аналогичная ситуация складывается и около прудов. В последние два десятилетия



наметилась тенденция освоения придорожных и приканальных пространств самосевом лоха узколистного и гребенщика (тамарикса). Необходимо отметить, что от дорог и каналов лох активно продвигается и на прилегающие пространства, создавая заросли в виде небольших колков и обозначая, видимо, зону фильтрации пресных вод из каналов и прудов. Тамарикс осваивает земли на месте заброшенных орошаемых участков. Его можно встретить здесь в виде отдельно стоящих кустов или небольших групп.

Древесно-кустарниковая растительность антропогенного происхождения. Доминирующее положение в структуре зеленых насаждений антропогенного происхождения занимают придорожные лесополосы. Для создания лесополос в полупустыне необходимо предварительное проведение мероприятий по мелиорации солонцов и светло-каштановых солонцеватых почв. Нередко эти мероприятия проводились в усеченном виде или игнорировались вовсе. В настоящее время придорожные лесополосы имеют куртинный и мелкоколочный характер. В тех случаях, когда зеленые насаждения попадают на участки падин или западин с лугово-каштановыми почвами, состояние древесно-кустарниковой растительности можно признать удовлетворительным или хорошим. Особенно это характерно для падин. Здесь наблюдается формирование устойчивого природно-антропогенного комплекса. Древесно-кустарниковую растительность антропогенного происхождения в придорожных лесополосах чаще всего представляют вяз мелколистный, клен американский, смородина золотая, реже – ясень зеленый и тополь пирамидальный.

Состояние лесополосы, идущей вдоль автомобильной дороги с. Александров Гай – с. Варфоломеевка, на участке от с. Александров Гай до с. Сысоева неудовлетворительное. В древесном ярусе доминирует вяз приземистый. Его высота около 2–3 м. Крона слабо сформирована. На большей части рассматриваемого отрезка вяз погиб или находится в угнетенном состоянии. Иногда встречаются ясень зеленый и клен американский. В кустарниковом ярусе преобладает смородина золотая. На отдельных участках она сочетается с караганой древовидной (желтой акацией). Кустарники находятся в удовлетворительном состоянии.

В нескольких километрах от с. Сысоева на северной стороне дороги находится участок семнадцатирядной лесополосы, исследование которой проводилось в 1992 г. и 2009 году. Участок выделяется относительно хорошим состоянием древесно-кустарникового яруса. Его длина составляет 450 м, ширина – около 57 м, площадь – около 2,6 га. Высота деревьев достигает 5–6 м. В центральной части рассматриваемого «лесного острова» кроны деревьев сформировали сомкнутый полог. К границам участка снижается густота насаждений, уменьшается высота деревьев, на открытых пространствах развивается степная

и лугово-степная растительность. У противоположной стороны дороги посадки находятся в неудовлетворительном состоянии, хотя несколько лучше, чем на остальном отрезке лесополосы от с. Александров Гай до с. Сысоева.

Анализ топографических карт и космических снимков показал, что «лесной массив» приурочен к обширной падине, которую в ее южной части пересекают дорога и лесополосы. Падина имеет дугообразную форму. Ее ширина варьирует от 180 м в северной части до 450 м на юге. Длина составляет около 2300 м, площадь – около 85 га. Уклон поверхности наблюдается с севера на юг, к дороге. Механический барьер в виде дорожной насыпи высотой 1,5–2 м перекрывает возможности для поступления влаги с поверхностным стоком на участки лесополосы вдоль южной стороны дороги. Уплотнение пород под дорожным полотном, видимо, затрудняет перемещение влаги из линзы пресной воды основной части падины в ее южную часть. Это может в определенной степени объяснить неудовлетворительное состояние лесополосы к югу от дорожного полотна.

Меньшее распространение на Приузенской равнине получили приканальные и полевые лесополосы. В основном насаждения этих категорий приурочены к землям Новоузенского района, где вдоль водных каналов иногда высаживают тополь пирамидальный. Целесообразным представляется использование в посадках около прудов и водохранилищ, по берегам рек, в балках и оврагах, вдоль каналов тех видов деревьев и кустарников, которые хорошо чувствуют себя в «культюках» на р. Большой Узень. В состав подобных насаждений могут войти тополь белый, клен татарский, вяз гладкий, лох узколистный; из кустарников – роза собачья, терн, жимолость татарская и др.

Небольшой лесной массив из тополя есть на окраине с. Камышки (около 13 га), из вяза приземистого, ясеня зеленого и клена американского – на западной окраине с. Александров Гай (12 га и 43 га). Аналогичные массивные зеленые насаждения встречаются около других населенных пунктов или в их пределах в виде парков. Около административных зданий, школ и других учреждений в составе древесно-кустарниковой растительности представлены тополь, вяз мелколистный, ясень зеленый, реже – сирень, тамарикс.

К первой надпойменной террасе р. Большой Узень приурочены коллективные сады, которые были разбиты в основном в 50–80-е гг. XX века. Здесь выращивали яблоню, грушу, вишню, терн, сливу, смородину золотую и крыжовник. Полив садов осуществляли из р. Большой Узень. В 90-е гг. сады были заброшены.

С конца 70-х гг. древесно-кустарниковая растительность получила распространение на приусадебных участках сельских жителей, особенно в селах Александров Гай, Новоалександровка и Камышки. Для посадок в палисадах



наиболее часто использовали вяз мелколистный, тополь, сирень и шиповник. В последние два десятилетия здесь появились береза, сосна и черемуха. Есть положительные примеры по выращиванию рябины обыкновенной, липы мелколистной, дуба черешчатого, акации белой и лещины. В настоящее время обычными представителями садов являются яблоня, груша, вишня, терн, слива, облепиха, смородина и крыжовник. Меньшее распространение имеют черешня, абрикос, боярышник, ирга, малина и калина. Полив плодово-ягодных и декоративных культур в летние месяцы осуществляется из р. Большой Узень.

Выводы

1. Естественная древесно-кустарниковая растительность является составным элементом геосистем северной полупустыни. В структуре ландшафтов доля этого элемента незначительна. Вместе с тем его наличие в составе комплексов повышает эстетическую привлекательность, устойчивость и разнообразие локальных геосистем, которые являются местом обитания многих представителей животного мира или их временного местонахождения во время миграций. Нарушение древесно-кустарникового элемента может привести к деградации геосистем в целом. Памятники природы, приуроченные к долинным, пустынно-степным и лиманным комплексам, занимают незначительные площади [23, 24]. К сожалению, даже статус охраняемых территорий не всегда гарантирует им полную защищенность от антропогенного воздействия.

2. Использование падин и западин в качестве пахотных угодий, сенокосов и пастбищ привело к нарушению растительных сообществ, в том числе и кустарникового элемента. После снятия антропогенной нагрузки начинается восстановительный процесс, который, однако, занимает значительный отрезок времени. Одним из путей участия человека в этом процессе является перенесение местного посадочного материала спиреи зверобоелистной и бобовника в западины и падины на участках, выведенных из активного хозяйственного использования. Внедрение интродуцентов на этих землях должно быть сведено к минимуму, так как важно, хотя бы в общих чертах, сохранить исходную ландшафтную структуру и своеобразие северной полупустыни. Восстановление кустарникового элемента будет способствовать увеличению запасов пресной воды в линзах западин и падин, создавать благоприятный фон для формирования растительных сообществ окружающих равнин с пустынно-степными комплексами.

3. Защитное лесоразведение на рассматриваемой территории характеризуется малым разнообразием видов деревьев и кустарников, незначительной площадью зеленых насаждений,

неэффективной организацией лесоустроительных мероприятий.

Куртинный и мелкоколочный характер придорожных лесополос в Саратовском Приузенье подтверждает выводы, к которым пришли исследователи, изучавшие возможности лесоразведения в северной полупустыне на землях Джаныбекского стационара. Согласно Н.Г. Сенкевич и И.Н. Оловянной (1996 г.), наиболее благоприятные условия для выращивания древесных насаждений складываются в больших падинах, менее благоприятные – в западинах. Они отмечают, что создание лесных насаждений на межпадинной равнине с пустынно-степным комплексом требует обязательного проведения предварительной мелиорации солонцов и постоянного ухода за почвой [25].

Следует, видимо, изменить процесс организации придорожных лесополос. На первом этапе по линии планируемой лесополосы необходимо провести посадку древесно-кустарниковой растительности лишь на участках падин и западин. В состав этих насаждений можно включать аборигенные виды деревьев и кустарников, а также интродуценты, хорошо зарекомендовавшие себя в аналогичных условиях северной полупустыни на землях Джаныбекского стационара. Для озеленения и защитного лесоразведения в аридных зонах юго-востока России Н.Г. Сенкевич и И.Н. Оловянная [25] предлагают использовать 96 видов деревьев и кустарников. Наиболее широкий спектр видов характерен для падин. В кустарниковый ярус западин, наряду со спиреей, розой собачьей и бобовником, могут войти боярышник, бузина, жостер слабительный, скумпия и другие кустарники. Скумпия страдает от сильных морозов, но при этом она хорошо восстанавливается, очень декоративна, мало привлекательна для скота. После формирования устойчивых древесно-кустарниковых и кустарниковых сообществ в западинах и небольших «лесных колках» в падинах можно проводить их постепенное «смыкание» посадками на солонцах и светло-каштановых почвах. На «соединительных» участках потребуется предварительная работа по мелиорации солонцов. Подобный подход позволит избежать неэффективных затрат и уйти от высоких потерь посадочного материала из-за его плохой приживаемости на землях пустынно-степного комплекса. Вместе с тем, учитывая недолговечность, низкорослость и плохую сформированность крон у древесных пород, произрастающих на солонцах и светло-каштановых почвах, на этих участках следует увеличить долю кустарникового элемента. В кустарниковый ярус «зон смыкания» можно включить такие виды, как смородина золотая, терн, барбарис обыкновенный, ирга, сирень обыкновенная, карагана древовидная, тамарикс многоветвистый и др. Приоритет стоит отдавать солеустойчивым, засухоустойчивым и морозоустойчивым видам. По окраинам лучше высаживать более устой-



чивые виды, например терн, лох узколистый и облепиху, которые могут выполнять функцию живых изгородей.

В целом следует отметить, что хрупкая природа северной полупустыни требует адаптированного землепользования, оптимально вписанного в исходную ландшафтную структуру.

Библиографический список

1. Физико-географические районы Нижнего Поволжья / Под ред. П.С. Кузнецова. Саратов, 1961. 156 с.
2. Алексеевская Н.К., Шабанов М.А. Физическая география Поволжья. Саратов, 1969. 35 с.
3. Алексеевская Н.К., Будигина Л.В., Пестряков А.К. К вопросу построения схемы среднемасштабного районирования степного Заволжья // Вопросы физической географии и геоморфологии Нижнего Поволжья. Саратов, 1975. Вып. 3(7). С. 3–14.
4. Лихт З.Б., Пестряков А.К. К составлению ландшафтной карты Низкого Заволжья // Вопросы истории и теории физической географии. Саратов, 1979. Вып. 5(12). С. 69–88.
5. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М., 1979. 143 с.
6. Копыл И.В., Николаев В.А. Физико-географическое районирование Прикаспийской низменности по материалам космической съемки // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, Геогр. 1984. № 1. С. 65–70.
7. Николаев В.А. Евразийская полупустыня (к 100-летию открытия полупустынной природной зоны) // Там же. 2007. № 6. С. 3–9.
8. Макаров В.З., Пролеткин И.В., Чумаченко А.Н. Ландшафтная структура Саратовской области: Карта. Масштаб 1 : 500000 // Эколого-ресурсный атлас Саратовской области / Под ред. В.С. Белова. Саратов, 1996. С. 7.
9. Макаров В.З., Пичугина Н.В., Павлова А.Н. Некоторые аспекты методики составления ландшафтных карт разного масштаба (на примере Саратовского Заволжья) // Поволжский экологический журнал. 2008. № 4. С. 293–303.
10. Пичугина Н.В. Ландшафтная структура полупустынного Саратовского Приузенья // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика; Материалы XI Междунар. ландшафтной конф., Москва, 22–25 августа, 2006 г. / Отв. ред. К.Н. Дьяконов. М., 2006. С. 230–232.
11. Биogeография: Учебник для студ. вузов / Г.М. Абдурахманов, Д.А. Криволицкий, Е.Г. Мяло, Г.Н. Огуреева. М., 2003. 480 с.
12. Сафронова И.Н. Современное состояние опустыненных степей Поволжья: прошлое, настоящее, будущее // Биоресурсы и биоразнообразие экосистем Поволжья. Материалы международного совещания. Саратов, 24–28 апреля 2005 г. / Под ред. Д.С. Павлова. Саратов, 2005. С. 96–97.
13. Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности. М.; Л., 1950. 256 с.
14. Буяновский М.С., Доскач А.Г., Фридланд В.М. Природа и сельское хозяйство Волго-Уральского междуречья. М., 1956. 230 с.
15. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М., 1991. 366 с.
16. Почвенно-географическое районирование СССР (в связи с сельскохозяйственным использованием земель) / Отв. ред. П.А. Летунов. М., 1962. 423 с.
17. Юго-Восток Европейской части СССР / Ред. И.П. Герасимов. М., 1971. 460 с.
18. География Саратовской области / Под ред. Н.В. Тельтевской. Саратов, 1993. 219 с.
19. Почвы СССР: Справочник-определитель / Т.В. Афанасьева, В.И. Василенко, Т.В. Терешина, Б.В. Шеремет. Отв. ред. Г.В. Добровольский. М.: Мысль, 1979. 380 с.
20. Глазовская М.А., Геннадиев А.Н. География почв с основами почвоведения: Учебник. М., 1995. 400 с.
21. Николаев В.А., Копыл И.В., Пичугина Н.В. Ландшафты полупустынного Саратовского Заволжья и возможности оптимизации их использования // Геоэкология Саратова и области. Саратов, 1999. Вып. 3. С. 27–30.
22. Пичугина Н.В. Приузенская равнина и ее сельскохозяйственная освоенность во второй половине XX в. // Изв. Саратовского ун-та. Новая серия. 2004. Т. 4. Науки о Земле, вып. 1. С. 133–139.
23. Пичугина Н.В., Завьялов Е.В. Александрово-Гайские культурно-ландшафтные комплексы полупустыни. Лиманы Глубокий, Крутой // 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; Науч. ред. В.З. Макаров. Саратов, 2007. С. 48–54.
24. Пичугина Н.В. Новоузенские культурно-ландшафтные комплексы // Там же. С. 188–190.
25. Сенкевич Н.Г., Оловянникова И.Н. Интродукция древесных растений в полупустыне Северного Прикаспия. М., 1996. 184 с.



УДК [911+378+37.02]

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТЕСТИРОВАНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА»

О.В. Терентьева

Саратовский государственный университет,
кафедра экономической географии
E-mail: ovterenteva@mail.ru

Статья посвящена возможностям и особенностям применения тестовых технологий в преподавании географии мирового хозяйства. Автор полагает, что тестовые технологии являются неотъемлемой частью контроля усвоения знаний в преподавании этой дисциплины, мотивации познавательной деятельности студентов, а также служат установлению обратной связи между преподавателем и студентом. На основе собственного опыта в статье даются рекомендации по составлению тестов.

Ключевые слова: тесты, тестовые задания, география мирового хозяйства

The Experience of Application of Technology of Testing in Teaching the Subject Matter of the World Economy Geography

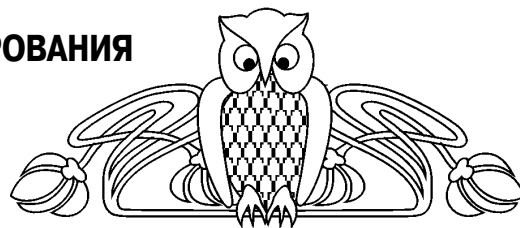
O.V. Terenteva

Article is about the possibilities and features of application of test technologies in teaching the World Economy Geography. The author believes that test technologies are an integral part of the control of mastering of knowledge in teaching the World Economy Geography, motivations of informative activity of students, and also serve a feedback establishment between the teacher and the student. On the basis of a private experience in article recommendations about drawing up of tests are made.

Key words: tests, test tasks, world economy geography.

Присоединение России к Болонской конвенции дало возможность конвертировать российские дипломы о высшем профессиональном образовании и вместе с тем наложило на нашу страну определенные обязательства. В частности, большое значение приобрело применение новых технологий для объективной оценки результатов обучения, полученных в различных учреждениях высшего профессионального образования и разных странах. Одно из направлений модернизации связано с широким внедрением тестовых контрольно-оценочных технологий.

В связи с этим возникают вопросы о возможности и особенностях применения тестовых технологий в преподавании отдельных дисциплин. Методикой разработки тестовых заданий, их назначением и классификацией занимались многие ученые. При написании данной статьи были использованы теоретические положения В.С. Кима [1], А.Н. Майорова [2], В.С. Аванесова [3], В.Ю. Переверзева [4].



Автором статьи на протяжении трех лет проводится промежуточное тестирование по двум большим блокам дисциплины «География мирового хозяйства». Содержание этих тестовых блоков основано на темах, которые в итоге составляют программу дисциплины. Как правило, в зависимости от скорости прохождения учебного материала количество заданий может меняться в тестах, но несущественно. В основном оно составляет двадцать тестов. Цель проведения промежуточного тестирования – оценка качества усвоения материала студентами и одновременно сравнение испытуемыми учебных достижений друг друга.

По итогам промежуточного тестирования все испытуемые ранжируются по уровню знаний и умений (об этом будет сказано ниже), т.е. тестовые задания носят нормативно-ориентированный характер. Это делается с целью сравнения учебных достижений студентов. Поэтому при любых (даже низких) индивидуальных баллах испытуемые ранжируются. Необходимо отметить мотивационную составляющую таких тестовых заданий. Студенты очень активно реагируют на полученное место в рейтинге, особенно если оно непосредственно влияет на допуск к зачету. Преимуществом нормативно-ориентированных тестов является то, что они позволяют сравнивать студентов не только внутри одной группы или внутри одного потока, но и студентов разных потоков между собой. Это дает возможность корректировать методы работы исходя из уровня подготовленности студентов.

В нашей практике тестирования студентов по курсу география мирового хозяйства наиболее часто используются задания с выбором одного правильного ответа. Здесь мы следуем современной тенденции, поскольку такая форма тестов является на сегодняшний день наиболее распространенной в силу относительной простоты их составления. Однако для объективной оценки знаний предпочтительнее использовать так называемые «множественные задания» и открытые тесты. Процедура оценивания здесь сложнее, поэтому сумма баллов за такое задание больше, чем в заданиях с выбором одного верного ответа. Как правило, в множественных заданиях студентам предлагается выбрать два–три правильных варианта ответов из пяти. Задания с несколькими правильными ответами составляют примерно пятую часть от всех заданий промежуточного тестирования. При использовании открытых тестов возникает вопрос: «Что считать правильным ответом?» Проблема объективной оценки знаний



студентов стоит даже тогда, когда ответы в открытой форме проверяет не компьютер, а человек. Здесь представляется разумной проверка наличия в ответах ключевых слов и выражений, которые отражают суть ответа на вопрос.

При составлении промежуточных заданий мы учитываем особенность дисциплины, а именно ее отраслевую и территориальную направленность одновременно. Поэтому вопросам по отраслевой и территориальной структуре отводится примерно одинаковое количество заданий (приложение). Примером теста, посвященного отраслям мирового хозяйства, служит следующий тест: «На чем специализируется электронная промышленность Западной Европы? а) телекоммуникационная аппаратура, вычислительная техника, электронные приборы, б) навигационная аппаратура, компьютеры и комплектующие к ним, в) бытовая электроника, медицинское оборудование, комплектующие к компьютерам, г) компьютеры, телекоммуникационная аппаратура, бытовая электроника». В качестве примера тестового задания, связанного с территориальным аспектом мирового хозяйства, можно привести следующий: «Назовите основные тенденции в размещении автостроения мира (2 ответа): а) концентрация предприятий в развитых странах, б) перенос сборочных предприятий в развивающиеся страны, в) перемещение в периферийные и депрессивные районы развитых стран, г) размещение в железнодорожных узлах».

Основным теоретическим материалом для разработки тестовых заданий служат лекции. Во-первых, это является дополнительной мотивацией посещения студентами занятий. Во-вторых, в процессе анализа результатов контрольных тестов можно сделать выводы о восприятии студентами информации и, соответственно, недочетах в подборе и изложении фактологического и теоретического лекционного материала. Безусловно, только лекции не могут, да и не должны служить единственной основой для тестовых заданий. Для составления используются учебные пособия, а также задания, алгоритм решения которых студентам уже известен, т.е. проверяются практические навыки и умения. Например, на одном из практических занятий по географии мирового хозяйства изучаются варианты схем размещения предприятий черной металлургии по отношению к источникам сырья и рынкам сбыта. При этом приводятся конкретные металлургические центры и районы мира. Студенты должны определить, какой из вариантов подходит к конкретному случаю, и объяснить почему. В тестах приводится аналогичное задание, но уже с другими районами мира. Это дает возможность проконтролировать усвоение практического материала студентами. Тестовые задания построены таким образом, что без изучения лекций, учебных пособий и выполнения практических заданий трудно выполнить контрольную работу на положительную оценку.

При конструировании тестов наиболее

сложным технологическим процессом является создание правдоподобных дистракторов. Одним из наиболее удачных авторских тестовых заданий, соответствующих вышеприведенным требованиям, мы считаем следующий: «Почему сырьевой фактор не оказывает решающего влияния на размещение предприятий АРКП при большой материалоемкости самолетостроения?» Варианты ответов: а) готовую продукцию этой отрасли сложнее доставить к потребителю, поэтому предприятия размещаются в портовых городах и крупных железнодорожных узлах для последующей транспортировки, б) предприятия этой отрасли во всех странах являются государственными, поэтому стоимость перевозки комплектующих деталей не имеет значения, в) конечная продукция в несколько раз превышает стоимость комплектующих деталей, г) предприятия этой отрасли размещаются, как правило, вблизи потребителя – в городах с крупными аэропортами, и необходимые детали подвозятся воздушным транспортом непосредственно к сборочным цехам. Как показывает практика, ответ на этот вопрос не представляет сложности, если испытуемый знает материал. В противном случае все представленные варианты ответов для него равноценны.

Еще один важный момент – формулирование вопросов. Существует широко распространенное мнение, что задания должны составляться в утвердительной форме. По-нашему мнению, это не совсем так. Во-первых, вопросительные предложения более краткие и лаконичные, легче воспринимаются и однозначно трактуются студентами. Во-вторых, некоторые задания достаточно сложно внятно сформулировать в утвердительной форме, поскольку они превращаются в длинные сложноподчиненные предложения, которые порой трудно дочитать до конца. Сравните: «На чем специализируется электронная промышленность Западной Европы?» (вопросительная форма) (см. приложение) и «Назовите группы товаров, на которых специализируется электронная промышленность Западной Европы» (утвердительная форма).

Особенностью географических дисциплин является чрезвычайная важность применения в тестовых заданиях карт и рисунков, которые, с одной стороны, служат иллюстрацией, а с другой – позволяют проверить не только знания, но и навыки работы с картой. Поэтому в последнее время в тестах мы стали использовать картографический материал. Например, в задании на определение схем размещения черной металлургии Сиднейского района приводится карта юго-востока Австралии и рисунок варианты схем размещения металлургических предприятий по отношению к источникам сырья и рынкам сбыта готовой продукции [5, 6]. Кстати, это задание рассматривалось на практическом занятии, только в качестве объектов для изучения выбирались другие районы мира. Данное задание служит наглядным примером возможности



использования тестов для проверки полученных навыков и умений.

Положительной стороной применения тестовых заданий является их возможность использования при компьютерном тестировании студентов. Хотя промежуточное тестирование проводилось автором в виде письменной работы, разработанные тесты вполне можно использовать, применяя современные инновационные технологии.

На основе опыта применения тестовых технологий можно дать следующие основные рекомендации по составлению тестов по дисциплине «География мирового хозяйства»:

1) для объективной оценки знаний предпочтительнее использовать тесты с множественным ответом и открытые тесты, однако это не отвергает возможности применения тестов с одним правильным вариантом ответа;

2) необходимо учитывать территориально-отраслевую направленность дисциплины;

3) применять карты в тестах;

4) учитывать возможность использования компьютерных технологий.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

– тестовые технологии являются неотъемлемой частью контроля усвоения знаний и навыков в преподавании дисциплины «География мирового хозяйства»;

– мотивируют познавательную деятельность студентов;

– способствуют установлению обратной связи между преподавателем и студентом.

Библиографический список

1. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. Уссурийск, 2007. 214 с.
2. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. М., 2001. 296 с.
3. Аванесов В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. М., 1989. 167 с.
4. Переверзев В.Ю. Технология разработки тестовых заданий: Справ. руководство. М., 2005. 265 с.
5. Наумов А.С., Холина В.Н. География. 10–11. Население и хозяйство мира: Экспериментальное учеб. пособие. М., 1997. 128 с.
6. Географический атлас для учителей средней школы / Под ред. Л.Н. Колосова. М., 1981. 238 с.

Приложение

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ТЕСТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОГРАФИЯ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА»

Часть 1

1. Какая главная отличительная черта постиндустриальной стадии развития мирового хозяйства?
 - а) возврат лидерства от промышленности к сельскому хозяйству,
 - б) лидерство сферы услуг при уменьшении роли промышленности,
 - в) лидерство промышленности при незначительной роли сферы услуг,
 - г) равнозначное развитие сельского хозяйства, промышленности и сферы услуг.
2. Какой тип отраслевой структуры хозяйства характерен для России?
 - а) аграрный,
 - б) постиндустриальный,
 - в) индустриальный,
 - г) смешанный.
3. Какой подтип развивающихся стран имеет высокую долю сферы услуг (примерно 60%)?
 - а) ключевые страны,
 - б) страны плантационного хозяйства,
 - в) нефтедобывающие страны,
 - г) страны-«квартирсдатчики».
4. К какому подтипу относятся такие развивающиеся страны, как Шри-Ланка, Никарагуа, Кот-д'Ивуар?
 - а) наименее развитые,
 - б) внешнеориентированного развития,
 - в) плантационного хозяйства,
 - г) концессионного развития.
5. Главная причина отсталости наименее развитых стран:
 - а) колониальное прошлое,
 - б) низкий образовательный уровень населения,
 - в) отсутствие богатых соседей,
 - г) неблагоприятное транспортно-географическое положение.
6. В чем специфика экономики новых индустриальных стран?
 - а) ориентация на экспорт сырья и зависимость от импорта продовольствия,
 - б) ориентация на экспорт сельхозпродукции и зависимость от импорта продовольствия,
 - в) ориентация на экспорт наукоемкой продукции и зависимость от импорта технологий,
 - г) ориентация на импорт наукоемкой продукции.
7. Какой фактор является движущей силой в географическом разделении труда?
 - а) политические интересы,
 - б) климатические условия,
 - в) экономическая выгода,
 - г) необходимость обмена.
8. Какие условия способствовали быстрому росту добычи нефти в мире в XX веке? (2 ответа)
 - а) низкая себестоимость добычи,
 - б) большие запасы нефти,



- в) быстрое истощение запасов угля в мире,
 - г) концентрация запасов нефти в развивающихся странах с низким уровнем налогообложения.
9. Какие ТНК специализируются на нефтедобыче?
- а) «Экссон», «Ройал Датч-Шелл», «Шеврон»,
 - б) РИВА, «Мобил», «Юзинор Сасилор»,
 - в) «Анаконда», «Тиссен-Крупп», «Тексако»,
 - г) «Бритиш Петролеум», «Мобил», «Алкоа».
10. С чем связано уменьшение с 80-х гг. XX в. производства мазута в мире и увеличение производства дизельного топлива? (2 ответа)
- а) рост парка самолетов и увеличение запусков ракетополетов,
 - б) рост парка автомобилей,
 - в) внедрение энергосберегающих технологий и перевод ТЭС в развитых странах с мазута на уголь,
 - г) внедрение современных технологий переработки нефти, которые позволяют получать бензин без извлечения тяжелых фракций – мазута.

11. Основная часть железорудных ресурсов мира сосредоточена в 3 регионах. Какие из перечисленных регионов входят в тройку лидеров? (3 ответа)
- а) Восточная Европа,
 - б) Западная Европа,
 - в) Южная Америка,
 - г) Северная Америка.
12. Какой из вариантов схемы размещения предприятий черной металлургии соответствует Сиднейскому району (Австралия) (рис. 1, 2)?
- а), б), в), г), д), е)
13. Какими способами выплавляется более 90% мировой стали? (2 ответа)
- а) доменным,
 - б) мартеновским,
 - в) электродуговым,
 - г) кислородно-конвертерным,
 - д) бессемеровским.



Рис. 1. Схемы размещения предприятий черной металлургии

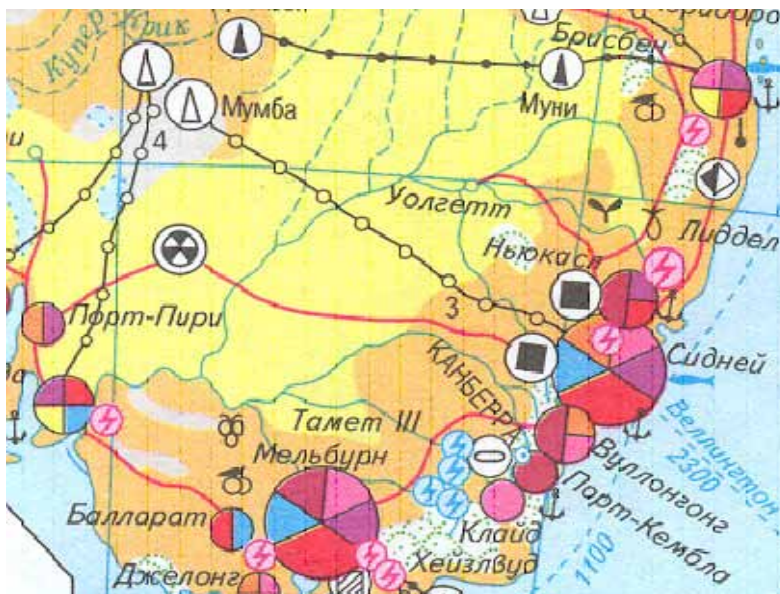


Рис. 2. Карта юго-востока Австралии



14. С чем связан рост производства легких металлов в XX веке?

- а) увеличение производства военной техники,
- б) увеличение производства электроники и электротехники,
- в) развитие авиакосмической промышленности,
- г) увеличение разведанных запасов бокситов.

15. Почему возможен разрыв между районами добычи руды и выплавки металла в некоторых производствах цветных металлов?

16. На чем специализируется электронная промышленность Западной Европы?

- а) телекоммуникационная аппаратура, вычислительная техника, электронные приборы,
- б) навигационная аппаратура, компьютеры и комплектующие к ним,
- в) бытовая электроника, медицинское оборудование, комплектующие к компьютерам,
- г) компьютеры, телекоммуникационная аппаратура, бытовая электроника.

17. Назовите основные тенденции в размещении автостроения мира (2 ответа):

- а) концентрация предприятий в развитых странах,

б) перенос сборочных предприятий в развивающиеся страны,

в) перемещение в периферийные и депрессивные районы развитых стран,

г) размещение в железнодорожных узлах.

18. Почему для малых стран Западной Европы характерна узкая специализация машиностроения?

19. Почему сырьевой фактор не оказывает решающего влияния на размещение предприятий АРКП при большой материалоемкости самолетостроения?

а) готовую продукцию этой отрасли сложнее доставить к потребителю, поэтому предприятия размещаются в портовых городах и в крупных железнодорожных узлах для последующей транспортировки,

б) предприятия этой отрасли во всех странах являются государственными, поэтому стоимость перевозки комплектующих деталей не имеет значения,

в) конечная продукция в несколько раз превышает стоимость комплектующих деталей,

г) предприятия этой отрасли размещаются, как правило, вблизи потребителя – в городах с крупными аэропортами, и необходимые детали подвозятся воздушным транспортом непосредственно к сборочным цехам.

УДК [911.3:314](470.44)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Уставщикова

Саратовский государственный университет,
кафедра экономической географии
E-mail: Sveus_1@yandex.ru

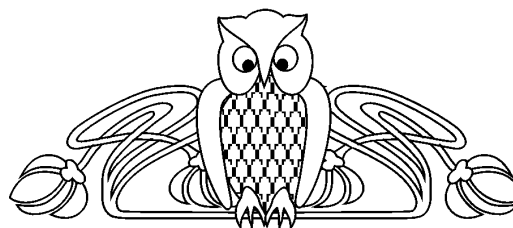
Проведенные исследования демографической структуры населения, особенностей миграции, внутриобластных различий демографической обстановки, учет социально-экономического рейтинга региона дают основания сделать вывод о неизбежности дальнейшего процесса депопуляции в области, ухудшения «качества» населения.

Ключевые слова: демографическая ситуация, рождаемость, смертность, миграция, «качество» населения.

Some Aspects of present-day demographical Situation in Saratov Region

S.V. Ustavshchikova

The studies of the demographic structure of the population, the characteristics of migration, the intraregional differences in the demographic situation, consideration of socio-economic ranking of the region give the grounds to draw a conclusion about the inevitability of the further process of depopulation in the region, the deterioration of the «quality» of the population.



Key words: demographic situation, fertility, mortality, migration, «quality» of the population.

С конца XX в. Российская Федерация вступила в длительную полосу глубокого демографического кризиса. Его причины являются предметом острейшей дискуссии различных исследователей. Каждый регион осуществляет свой «вклад» в демографическое развитие страны, исходя из специфики территории. Главная задача данной статьи – показать некоторые аспекты демографической ситуации в Саратовской области на основе статистической информации и экспертных оценок развития региона, спрогнозировать ситуацию на перспективу.

Население Саратовской области – около 2 % населения страны. Численность его неуклонно сокращается с 1996 г., когда ее величина составляла 2736,5 тыс. человек. На начало 2009 г. в области проживало 2572,9 тыс. человек [1]. Демографическая ситуация, складывающаяся в любом регионе страны, зависит от социально-экономических, этнографических и демографических факторов, миграционной активности населения.



Особенности воспроизводства населения в Саратовской области

Сокращение численности населения области обусловлено его естественной убылью, показатели смертности стали выше показателей рождаемости с 1992 года. Миграционный прирост, который постоянно имеет место, лишь до 1996 г. перекрывал отрицательный естественный прирост населения. С 1997 г. миграционный прирост только в относительно небольшой степени компенсирует отрицательный естественный прирост. Так в 2008 г., который был самым благоприятным в демографическом отношении с начала 2000-х гг. (естественный прирост -4,6 промилле, для сравнения в 2000 г. -8,3), эта компенсация составила лишь 7,5%, (в 2000 г. этот показатель равнялся 49,6%, в 2006-22,2%). Естественная убыль населения в Саратовской области в 2008г. была выше, чем в целом по России (-2,6‰) и в Приволжском федеральном округе (-3,3‰).

По исследованию Л. Рыбаковского, проведенного оценку уровня демографического неблагополучия регионов России (учитывались показатели воспроизводства населения и миграционная составляющая), Саратовская область входит в третью (из пяти) группу демографического неблагополучия. Индекс (коэффициент) демографического неблагополучия в Саратовской области равен 1.746, в то время как по другим регионам Российской Федерации он варьировал от 1,122

(наилучший показатель) до 2,225 (наихудший) [2]. Иными словами, уровень демографического неблагополучия области значителен.

Применение индексного метода к показателям естественного прироста населения показало, что более высокая, чем в целом по стране, естественная убыль населения в области связана в большей мере с неблагоприятной половозрастной структурой населения и более низкой рождаемостью. Однако, несмотря на сокращение населения, нынешняя демографическая ситуация еще относительно благополучная и масштабы депопуляции относительно невелики по сравнению с тем, что ожидает область уже через несколько лет. Такой прогноз можно сделать на основании анализа современной половозрастной структуры (ПВС) населения (рис. 1). Так, в настоящее время в активный репродуктивный возраст входят относительно многочисленные поколения женщин, родившихся в период заметного повышения рождаемости в стране в 1980-е годы. В то же время возраста высокой смертности достигают малочисленные поколения родившихся в годы Великой Отечественной войны. Такой возрастной состав населения способствует повышению общих показателей рождаемости, снижению общих показателей смертности и в итоге несколько тормозит естественную убыль населения.

Через несколько лет ситуация изменится кардинальным образом. Активного репродуктивного возраста начнут достигать малочисленные контингенты родившихся в 1990-е гг.: так, по при-

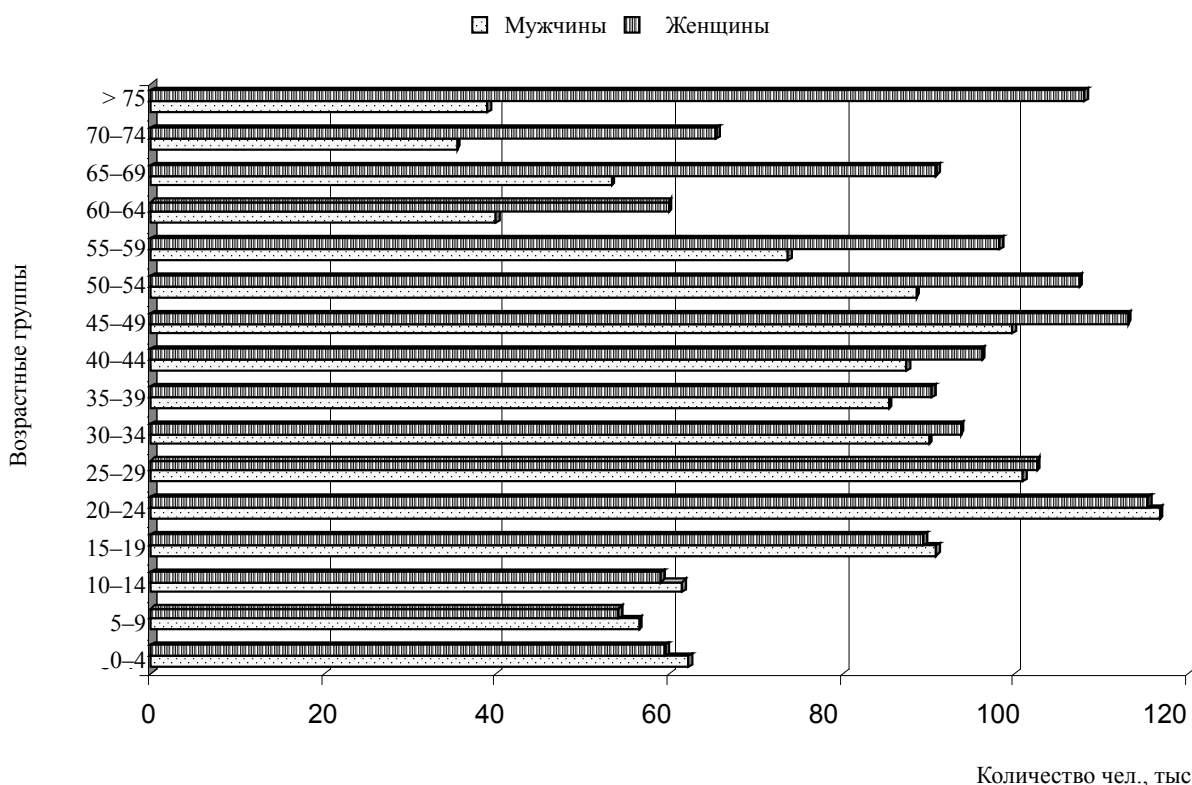


Рис. 1. Половозрастная пирамида населения Саратовской области (на 2008 г.)



веденной ПВС населения видно, что численность 10–19-летних лиц женского пола на 31,9% меньше, чем 20–29-летних, а численность тех, кому 0–9 лет, на 23,5% меньше, чем 10–19-летних, и на 47,9% меньше, чем 20–29-летних. Потребуется значительное превышение возрастных показателей рождаемости, которое компенсировало бы сегодняшнее сокращение численности женщин активного репродуктивного возраста. Причем это помогает только поддержать общие показатели рождаемости на уровне 2006–2008 годов.

В то же время существенно увеличится доля пожилого населения, так как пожилых возрастов будут достигать сравнительно многочисленные контингенты родившихся в послевоенные годы. Обратимся вновь к современной половозрастной пирамиде: численность 50–59-летних жителей области на 2008 г. была на 33,7% больше, чем 60–69-летних. Конечно, к сожалению, не все нынешние 50–59-летние саратовцы переживут ближайшие 10 лет, но все равно их поколение останется существенно более многочисленным, чем поколения нынешних 60–69-летних. Это будет способствовать росту общих показателей смертности. Таким образом, грядущее ухудшение возрастной структуры населения Саратовской области приведет (если не будет компенсировано результатами эффективной демографической политики) к заметному росту естественной убыли населения.

Уровень рождаемости в Саратовской области один из самых низких в России. Суммарный коэффициент данного показателя в 2006г. равнялся 1,144 (меньше он был только в Воронежской, Тульской, Ленинградской областях, Санкт-Петербурге, в Республике Мордовия). [3] В настоящее время этот показатель увеличился на 10,7%, достигнув 1,266. Есть основания полагать, что это повышение рождаемости было обусловлено реализацией федеральных мер помощи семьям с детьми. Так, материнский (семейный) капитал, который вызвал наибольший резонанс в обществе, привел к повышению показателей рождаемости по вторым и последующим детям.

Одновременно с изменением уровня рождаемости у российских женщин в последние 10–15 лет происходят существенные изменения в возрастной модели рождаемости, все большая часть рождений смещается к старшим возрастам (рис.2).

Такие изменения в возрастной модели рождаемости показывают, во-первых, увеличение среднего возраста матерей при рождении детей, во-вторых, доли вторых и последующих рождений.

Несмотря на некоторое повышение рождаемости в Саратовской области в 2007 – 2009 гг., ее уровень продолжает оставаться чрезвычайно низким, и задача ее увеличения остается приоритетной при проведении демографической политики.

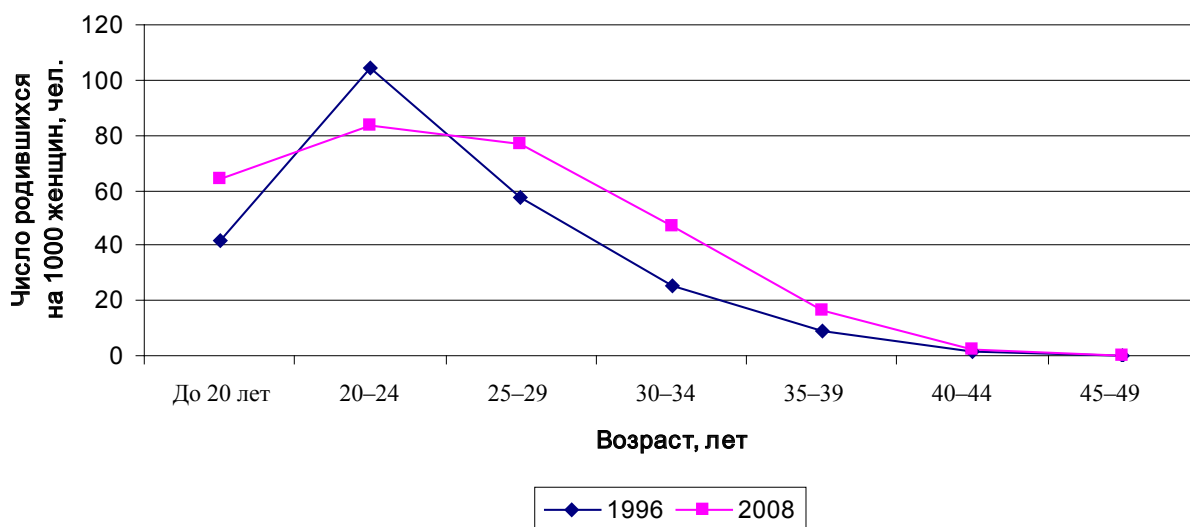


Рис. 2. Возрастные коэффициенты рождаемости за 1996 г. и 2008 г.

Миграционная составляющая демографических процессов

Миграция имеет значительное прямое и косвенное воздействие на демографическое развитие региона. К демографическим последствиям миграций можно отнести откладывание браков, уменьшение рождаемости, изменение возрастных структур и т. д. Миграционные процессы влияют

на «качественные» характеристики населения, тем самым воздействуя на вектор социально-экономического развития и оценку творческого потенциала региона. Исследования, проведенные А. Пилясовым и О. Колесниковой [4] при оценке творческого потенциала российских региональных сообществ, позволили выстроить все регионы от 0 (худшее значение) до 1 (лучшее значение). Совокупный показатель (сводный индекс креатив-



ности) рассчитывался как среднее арифметическое следующих частных показателей: индексов таланта, технологий и толерантности. В соответствии с исследованием по данной методике российских регионов Саратовская область имеет сводный индекс креативности (0,35) ниже, чем в целом по Российской Федерации (0,39) на 10,3%. Сложившаяся ситуация может рассматриваться как проблемная, так как креативность регионов напрямую связывается с миграционными процессами. Это подтверждает значимость исследований в области «качественной» характеристики мигрантов в регионе.

По данным рейтингового агентства «Эксперт», Саратовская область занимает 34-е место в стране по уровню своего потенциала, относится к регионам с умеренным инвестиционным риском. По рейтингу финансовой устойчивости регион относится к группе стагнации, по рейтингу экономической устойчивости – к группе умеренного спада, по рейтингу социальной устойчивости – к группе глубокого спада и по комплексному рейтингу антикризисной устойчивости – к группе значительного спада. Напряженность на рынке труда региона повышается [5]. Социально-экономическое положение области играет значительную роль в динамике миграционных процессов и «качестве» миграции (к этому показателю относятся миграционный прирост, состав мигрантов по возрасту и распределение мигрантов по уровню образования). Анализ статистических данных за последние годы показывает сокращение миграционного прироста в регион, наметился отток населения трудоспособного возраста (преимущественно возрастных групп 16–19 лет, 20–24 года, 25–29 лет), область покидают люди, имеющие высшее профессиональное образование [1]. Обостряется структурное несоответствие рабочей силы, ее образовательных характеристик и рабочих мест. Саратовская область стала терять свой интеллектуальный потенциал. Растет напряженность на рынке труда. Молодые специалисты часто работают не по специальности. Вместе с тем в настоящее время в общей массе мигрантов преобладают неквалифицированные и малоквалифицированные специалисты, что оказывает отрицательное влияние на креативность территории.

Динамика демографических процессов по-разному проявляет себя на внутриобластном уровне, поскольку конкретные субъекты административно-территориального деления Саратовской области (городские округа и муниципальные районы) находятся в неодинаковой не только демографической, но и экономической и социальной ситуации. Налицо мозаичность, асимметрия демографической ситуации. Не существует одинаковой демоситуации в разных районах области. Темпы роста или убыли населения, его структура, характер трудовых ресурсов существенно различаются.

Анализ динамики численности населения и его составляющих (естественного и миграционного движения) проводился с 2002 по 2009 год. К этому времени уже изменились направления миграций из-за смены стрессовых факторов (распад СССР) на экономические, наметились тенденции сокращения смертности и увеличения рождаемости. Тем не менее численность населения области сократилась за эти годы на 95,4 тыс. человек, причем городское население уменьшилось на 55,4 тыс., сельское – на 40,0 тыс. человек. Сокращение городского населения на 76% происходит за счет областного центра, для которого отрицательными являются показатели и естественного и механического движения. За исключением роста численности населения г. Энгельса, численность других городов и городских поселений сокращается незначительными темпами, либо стабилизировалась (изменения до 1%), в большинстве случаев в результате внутрирегионального миграционного обмена. Положительный естественный прирост отмечается в Новоузенске, городских поселениях Озинки, Ровное, Свободный, Соколовый [1].

Необходимо обратить пристальное внимание на сокращение сельского населения. Составляя 26% всего населения области, доля его в сокращении численности – 42%, причем численность сельского населения 20 районов Правобережья стала меньше на 6,2%, в то время как 18 Левобережных – на 5,2%. Правобережье в большей мере охвачено депопуляционными процессами. Показатели естественного воспроизводства населения в Левобережье лучше. Необходимо отметить даже «выход» в последние годы на положительный естественный прирост в пяти районах. Однако наметилась тенденция оттока сельского населения из периферийных районов Левобережья (в том числе и из тех, где отмечается положительный естественный прирост – Новоузенский, Озинский, Перелюбский). На это в значительной мере повлияло реформирование аграрного сектора экономики. Изменение специализации сельскохозяйственных предприятий на юго-востоке области приводит к сокращению занятости и, как следствие, повышению миграционного оттока сельского населения в города и сельскую местность других районов области и за ее пределы.

При сложной демографической обстановке усиливается конкуренция за человеческие ресурсы между городами, областями в стране. Оказавшись дефицитным ресурсом, население будет выбирать более привлекательные для жизни места и мигрировать в регионы с лучшими условиями и высоким уровнем жизни. Но проблема не только в количестве населения, депопуляция резко усиливает значимость его качества. Высшее образование является показателем качества населения. В России завершается переход к массовому высшему образованию. Однако доля занятого городского населения, имеющего высшее образование, доля



рабочих мест, соответствующих образованию населения, доля высокооплачиваемых мест – пока еще различаются по регионам страны более чем вдвое [6]. Саратовская область пока «проигрывает» в конкуренции за человеческие ресурсы и их качество (отток из области трудоспособного населения с высшим образованием) многим регионам страны. Дальнейшие темпы сокращения численности населения области будут зависеть от социально-экономического развития нашего региона в ближайшие годы, возможности «стягивать» человеческие ресурсы своей внутренней периферии и удерживать собственное население, привлекать высококвалифицированных мигрантов из других регионов страны, рационального использования квалификации и трудовых навыков населения.

УДК [55:004](470.44)

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (на примере Саратовской области)

А.В. Молочко

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: farik26@yandex.ru

В статье рассмотрены понятия риска в целом, а также геоэкологического риска как одного из проявлений риска эксплуатации нефтяных месторождений в разрезе региональных особенностей территории Саратовской области. Раскрывается схема оценки геоэкологического риска с упором на картографический риск-анализ нефтяных месторождений с применением геоинформационных технологий.

Ключевые слова: риск, геоэкологический риск, факторы геоэкологического риска, риск-анализ, нефтяная промышленность, картографический метод риск-анализа, ГИС, картографирование риска, Саратовская область.

Geoeological Risks' geoinformational Mapping of oil-fields Exploitation (Saratov Region as an Example)

A.V. Molochko

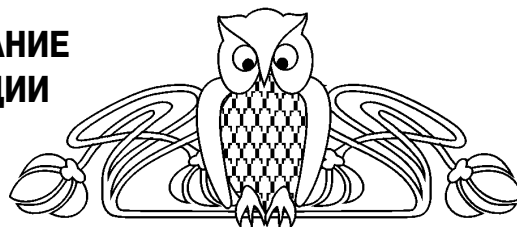
The article represents general concept of the «risk» and concept of geoeological risk as a one of oil-fields' risk exploitation manifestation within the regional features of Saratov region. Also the general chart of risk estimation with emphasis on cartographical risk-analysis of oil-fields with application of GIS is disclosed in the article.

Key words: risk, geoeological risk, geoeological risk factors, risk-analysis, oil industry, cartographic method of risk-analysis, GIS, risk mapping, Saratov region.

Коллективы лаборатории геоинформатики и тематического картографирования и лаборатории

Библиографический список

1. Демографический ежегодник Саратовской области. 2008г: Стат. сб. Саратов, 2009. 180с.
2. Рыбаковский Л. Оценка уровня демографического неблагополучия регионов России: социальные и экономические последствия // Междунар. экономика. 2008. №3. С. 54.
3. Демографический ежегодник Саратовской области. 2006г: Стат. сб. Саратов, 2007. 186с.
4. Пилясов А., Колесникова О. Оценка творческого потенциала Российских региональных сообществ // Вопросы экономики. 2008. № 9. С.50–69.
5. <http://www.raexpert.ru/ratings/regions/2009> (дата обращения: 07. 02. 2010)
6. Зубаревич Н. Кто выиграет конкуренцию за человеческие ресурсы? // Рос. экспертное обозрение. 2008. №1 (24). С.12–16.



урбоэкологии Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского с 2003 г. на договорных условиях внедряют ГИС-технологии в практику работы ряда служб и подразделений ОАО «Саратовнефтегаз». Основным направлением работы в эти годы являлось создание экологически ориентированных геоинформационных систем нефтяного месторождения «ГИС-нефтепромысел» и трасс напорных трубопроводов («ГИС-трубопровод») как универсального средства сбора, обработки и представления информации об экологической обстановке и инженерном обустройстве на нефтепромыслах, трубопроводах и прилегающих к ним территориях [1]. Последнее время коллективами лабораторий и специалистами ОАО «Саратовнефтегаз» особое внимание уделяется проблеме геоэкологического риска эксплуатации нефтегазовых месторождений предприятия.

Понятие «риск» прочно вошло в обиход современного общества. В любой сфере человеческой деятельности можно встретить термин «риск» и близкие ему понятия – «опасность», «ущерб», «рисковая ситуация» и т.п. До сих пор среди исследователей нет общего мнения, ставить ли знак равенства между этими и подобными им терминами. По ГОСТу риск – это вероятность события и его последствия, по руководящим документам – сочетание частоты и последствий определенного опасного события, для ряда ученых – неопределенность предполагаемых событий, которые чаще всего приводят к негативным



последствиям [2 – 5]. Еще сложнее обстоит дело с трактовкой риска геоэкологического. Одни исследователи определяют его как частный вариант экологического риска, другие допускают наличие геоэкологических рисков только со стороны геоэкологической составляющей природной среды [6]. На наш взгляд, геоэкологический риск – риск нарушения среды обитания человека, то, что влияет на ее структуру, сохранность, изменчивость и восприимчивость.

Различного рода риски способны привести как к материальным, техническим, так и человеческим потерям. Поэтому изучение риска, поиск путей его снижения и предотвращения – задача исключительно важная.

Совокупность методов, позволяющих выявить возможные опасности, оценить риск, выработать систему рекомендаций и методик по управлению и снижению последствий каких-либо вызывающих угрозу процессов и явлений, представляет собой инструментальный риск-анализа [7].

Если говорить о геоэкологических рисках, то схему риск-анализа можно разложить на составные части, включающие в себя следующие этапы (рис. 1):

- 1) определение факторов геоэкологического риска;
- 2) выявление источников и реципиентов риска;
- 3) выбор методов оценки риска;
- 4) построение на основе выбранной методики прогнозов дальнейшего развития процессов, создание сценариев.

5) разработку рекомендаций по снижению риска и предотвращению последствий рискованных ситуаций, мониторинговых мер по слежению за опасными с точки зрения цозникновения геоэкологического риска объектами и явлениями.

В целом факторы геоэкологического риска можно подразделить на три большие группы: природные, техногенные и социальные (см. рис. 1). Обычно для промышленного производства данные группы факторов работают в комплексе, где трудно оценить значимость какого-то конкретного параметра.

Следует отметить, что одни и те же факторы могут играть как отрицательную (усиливать риск), так и положительную (уменьшать риск) роль в системе существования рисков. Это зависит от рассматриваемых объектов, процессов или явлений, мест их локализации, условий протекания и др. Тем не менее существуют такие факторы, которые однозначно усиливают геоэкологический риск: расположение рассматриваемых объектов в зонах сезонного подтопления, несомненно, увеличивает риск их эксплуатации; обслуживание таких объектов социально не защищенным персоналом ведет к пресловутому «человеческому фактору»; близость объектов к потенциально взрывоопасным предприятиям тоже может рассматриваться исключительно как отрицательный фактор [8, 9].

Скрупулезный анализ факторов дает возможность перейти к собственно оценке геоэкологического риска. Здесь возможно использование самых разнообразных количественных и качественных методов, которые подразделяются на инженерные, модельные, экспертные, социологические и т.д. (см. рис. 1.) [10].

Отдельной группой среди методов анализа геоэкологических рисков стоят картографические методы. Они позволяют осуществлять визуализацию данных, полученных количественными методами риск-анализа, экспертными оценками либо качественными «древями отказов», создавать математико-картографические модели, отражающие динамику или взаимосвязь процессов и явлений, находить оптимально решение по предотвращению рисков.

Картографический метод позволяет не только составлять инвентаризационные и оценочные карты рисков, моделировать происходящие процессы, но и давать прогнозы развития ситуации, давать рекомендации на основе этих прогнозов, давать нормативные документы, оптимизирующие производственную деятельность.

Подобная схема риск-анализа работает и в нефтяной отрасли. Множество методик количественной оценки и анализа промышленных аварий и риска на нефтяных месторождениях, трубопроводах, объектах хранения и переработки углеводородного сырья нашли свое применение на крупнейших нефтяных предприятиях Российской Федерации. Однако картографический риск-анализ месторождений и объектов их обустройства распространен не столь широко.

При выполнении работ по созданию баз данных и картографических материалов на нефтегазовые месторождения ОАО «Саратовнефтегаз» мы столкнулись с тем, что большая часть информации, а также результаты разнообразного анализа были сосредоточены в таблицах, схемах и текстах [1]. При этом вся информация была между собой мало связана. Сложилась достаточно парадоксальная ситуация, когда данных об объекте много, а привести их к общему знаменателю, выработать на их основе необходимые рекомендации далеко не всегда получается просто из-за отсутствия пространственного восприятия происходящих процессов на рассматриваемой территории. Для оценки геоэкологического состояния территории, геоэкологического риска эксплуатации нефтяного месторождения, трубопровода или объектов хранения и переработки нефти это недопустимо.

Создаваемые нами для месторождений и трубопроводов геоинформационные системы снимали эту проблему. Известно, что географические информационные системы как уникальный продукт на стыке информатики, географии, картографии, фотограмметрии, математической статистики, дизайна, топографии и других научных дисциплин существенно упрощают и упорядочивают сбор и хранение информации,

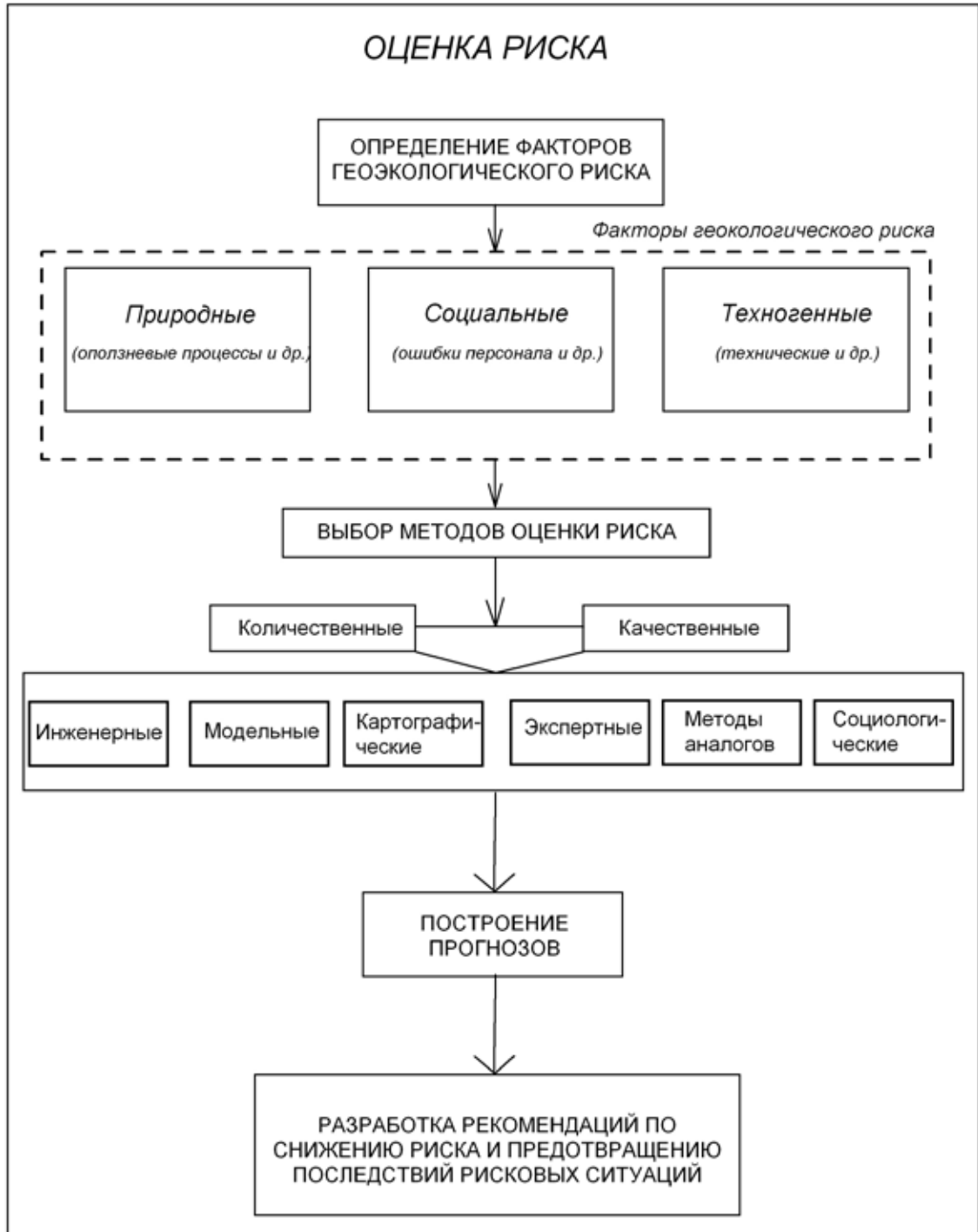


Рис. 1. Схема риск-анализа

позволяют проводить полный пространственный анализ данных при решении общих и прикладных задач, таких, например, как разведка, сопоставление данных бурения по скважинам, управление арендой, контроль производства, прогноз нефте- и газоносности района, выбор и слежение за работой оборудования, природный мониторинг, составление общих и специализированных карт, моделирование процессов и явлений, сопрово-

ждающих функционирование нефтяной отрасли, и многое другое.

В результате выполнения проектов за эти годы нами были созданы обширные базы данных:

– картографических материалов территории объектов ОАО «Саратовнефтегаз», актуализированных по результатам обработки данных аэро- и космического зондирования и полевых съемочных работ;



– геоэкологического обследования территорий: содержание микроэлементов в почвах, нефтяные утечки, эрозийная расчлененность, подтопление территории и пр.;

– отраслевой информации предприятия и т.д.

Таким образом, в результате работ был создан инструментарий для моделирования опасных геоэкологических процессов, организации геоэкологического мониторинга, разработки управленческих решений, которые могут оказывать существенное влияние на принятие нормативно-правовых документов в области природоохранной деятельности предприятия.

В качестве дальнейшего развития проекта предложены разработка и внедрение в существующие геоинформационные системы «ГИС-

нефтепромысел» подблока «Управление рисками» (рис. 2)

Основными особенностями предлагаемой интегрированной системы являются:

– широкое использование аэро- и космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения на территорию нефтепромыслов на основе отработанных алгоритмов их геометрической нормализации и географической привязки, данных глобального позиционирования, в виде координат точек обследования модельных участков, а также территорий исследования, материалов фото- и видеofиксации, отражающих современное геоэкологическое состояние изучаемой территории;

– использование различных приемов мате-



Рис. 2. Структура подблока «Управление рисками»



создания карт оценки природных и техногенных рисков эксплуатации месторождений;

– организация мониторинга объектов и факторов риска, построение прогнозов развития рискованных ситуаций и разработка рекомендаций по их предотвращению и устранению.

Следует отметить, что одной из важнейших составляющих работ при оценке риска эксплуатации нефтяных месторождений являются изучение региональных и локальных особенностей проявления рискованных ситуаций, оценка факторов, увеличивающих и снижающих этот риск. Для каждого месторождения есть ряд своих особенностей, однако в целом для Саратовской области среди основных рискованных ситуаций можно выделить следующие [11]:

1. Гидрологические и гидрогеологические особенности:

– высокий показатель густоты речной сети и ее неравномерное распространение по территории области (высокий показатель для правобережья и низкий – для левобережья) – влияет на возможные проявления подтопления, а также активизацию экзогенных процессов, что, в свою очередь, воздействует на объекты инфраструктуры нефтепромысла, а также объекты транспорта нефти и нефтепродуктов;

– подтопление территории вследствие сезонного подъема уровня поверхностных и грунтовых вод средних и малых рек – вызывает аварийные и чрезвычайные ситуации, поражающие многие элементы инфраструктуры, в особенности если кустовые площадки и другие опасные производственные объекты расположены в пойме и на низких террасах;

– затопление территории в результате экстремального подъема уровня крупных и средних рек в период половодья, а также резкое увеличение уровня Волгоградского и Саратовского водохранилищ, возможное в результате нарушения целостности гидротехнических сооружений плотин ГЭС, а также вследствие ошибок, нарушений технического и технологического регламента их работы – способны привести не только к похожим с подтоплением воздействиям на инфраструктуру нефтепромысла, но и в ряде случаев к частичному или полному разрушению как буровых установок, так и всей инфраструктуры, включая трубопроводы, дороги и нефтесборные пункты;

– ледоход и зажоры в местах водных переходов нефтепроводов, а также серьезные наледи на трубопроводах, объектах обслуживания и функционирования нефтепромысла;

– колебания уровня грунтовых вод, способные привести к подтоплению территории нефтепромысла и трассы прохождения нефтепровода, а также степень их минерализации как фактор, способствующий усилению коррозии металлических элементов объектов обслуживания и трубопроводов;

– абразионная деятельность Волгоградского и Саратовского водохранилищ, приводящая к активизации оползневых и осыпных процессов – серьезный фактор геоэкологического риска для нефтепромыслов, примыкающих к прибрежным районам, а также объектов инфраструктуры, поскольку может привести к аварийным ситуациям, угрожающим линейным сооружениям (дороги, трубопроводы) и площадным элементам инфраструктуры – промплощадкам и резервуарным паркам, дожимным насосным станциям, центральным пунктам сбора нефти, цехам подготовки и перекачки нефти и др.

2. Геологические и почвенные особенности территории:

– один из наиболее высоких уровней вертикального расчленения рельефа, характерный для отрогов Приволжской возвышенности, проявляющийся в высокой густоте овражной сети, способный оказать воздействие на нефтепромысел и инфраструктуру в виде разрывов трубопроводов и аварийным ситуациям на них, нарушений целостности объектов обслуживания нефтепромысла, а также самих буровых;

– плоскостной смыв со склонов преимущественно Приволжской возвышенности – возможная причина аварий и нарушений в функционировании трубопроводов и нефтепромыслов;

– оползневые процессы, приуроченные к правобережью области, долинам крупных и средних рек, отличающихся глубоким положением долин и русел способны привести к разрушению инфраструктуры и элементов функционирования нефтепромысла, так же как и другие экзогенные динамические процессы;

– наличие линияментов разного порядка в пределах территории и, как следствие, развитие вдоль данных разломов геопатогенных зон – оказывают существенное воздействие на нефтепромысел и объекты его инфраструктуры вследствие активизации вдоль разломов экзодинамических процессов;

– повсеместное распространение осадочных пород легкого гранулометрического состава как результат трансгрессий Каспийского моря и оледенений – способно привести к существенному увеличению площади распространения загрязнения при аварийных ситуациях на нефтепромысле и трубопроводах, а также усилить воздействие грунтовых вод на поверхностные воды при кратковременных или постоянных подъемах их уровня, что может оказать то же воздействие на нефтепромысел и его инфраструктуру, что и в случае с подтоплением или затоплением;

– особенности распространения засоленных почв, а также наличие линз солонцов и солончаков – способствуют усилению коррозионной агрессивности почвенной среды на металлические элементы трубопроводов и сооружений нефтепромысла и могут привести к нарушению их целостности и риску аварийных ситуаций;



– практически повсеместно высокий показатель нефтеемкости почвогрунтов, усиливающий площадь распространения возможного загрязнения при авариях с разливом и фонтанированием нефти и нефтепродуктов.

3. Атмосферные особенности территории:

– практически полное отсутствие безветрия на территории области – также может затруднить нормальный режим работы на нефтепромыслах. Сильные и частые ветры производят большую разрушительную работу на откосах дорог, обвалование кустов скважин, амбаров и др. Кроме того, они могут повредить наружные технологические установки, линии и опоры электропередач и т.д. Обрыв линий электропередач и прекращение подачи электроэнергии на объекты способны вызвать временную приостановку всего производственного цикла на нефтепромыслах, привести к технологическим поломкам и, как следствие, к аварийным ситуациям;

– сильные метелевые и ливневые явления, связанные с преобладанием западного переноса воздушных масс, а также сильной циклонической активностью прилегающих территорий – могут привести к затрудненному проезду к местам возможным аварий, к разрушению конструкций под действием тяжести снега или затоплению в следствие сильных ливней;

– явления, связанные с обледенением и гололедом, способствующие аварийным ситуациям, связанным с нарушением электроснабжения объектов обслуживаемой и функционирования нефтепромысла, а также увеличению времени реагирования аварийных групп при критических ситуациях за счет затрудненного доступа к объекту аварии;

– засухи и, как следствие, степные и лесные пожары, способные вызвать воспламенение на объектах функционирования нефтепромысла, а также нанести вред инфраструктуре обслуживания.

Уже к настоящему времени использование подблока «Управление рисками» геоинформационных систем нефтепромыслов ОАО «Саратовнефтегаз» позволило построить ряд карт из предложенного выше перечня возможных рисков ситуаций: уровней геоэкологического риска для Урицкого нефтяного месторождения; зонирования территории о-ва Зеленый Соколовогорского

нефтепромысла по степени риска для туристско-рекреационной зоны; подтопления территории Белокаменного нефтегазового месторождения и т.д. Их создание – первый шаг в разработке геоинформационной системы риск-анализа эксплуатации нефтяных месторождений Саратовской области.

Библиографический список

1. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Данилов В.А и др. Применение ГИС-технологий при оценке факторов природного риска на нефтяных месторождениях Нижнего Поволжья // Проблемы региональной экологии. 2004. № 3. С. 89–99.
2. Кочуров Б.И., Миронюк С.Г. Подходы к определению и классификации экологического риска // География и природные ресурсы. 1993. № 4. С. 22–27.
3. Ревзон А.Л., Камышев А.П., Крафт Я.С. Предупреждение природно-техногенных аварий при строительстве // Экология и промышленность России. 2000. Апрель. С. 42–48.
4. ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. М., 2002. 26 с.
5. РД 08-120-96. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов. М., 1996. 18 с.
6. Абалаков А.Д. Экологическая геология. Иркутск, 2007. 267 с.
7. Ваганов П.А., Манг-Сунг Им. Экологические риски. СПб., 2001. 152 с.
8. Молочко А.В. Геоэкологическая оценка природных факторов риска эксплуатации нефтегазовых месторождений средствами геоинформационных систем (на примере Белокаменного месторождения) // Геоинформационное картографирование в регионах России: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 2 декабря 2009 г.) / Воронеж. гос. ун-т. Воронеж, 2009. С. 134–138.
9. Макаров В.З., Молочко А.В., Фролов В.А. и др. Моделирование факторов пожароопасной ситуации на нефтеборных пунктах с использованием геоинформационных технологий // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. 2009. Т. 9. Сер. Науки о Земле, вып. 1. С. 32–38.
10. Количественная оценка риска химических аварий / Под ред. В.М. Колодкина. Ижевск, 2001. 228 с.
11. Саратовский ЦГМС, Центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС Саратовской области. URL: <http://64.mchs.gov.ru/forecasts/index.php?ID=1916> (дата обращения: 29.03.2010).



УДК 913(470.44)+002:001+577.4

СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИС-НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК (на примере «ГИС-национальный парк «Хвалынский»»)

В.А. Данилов

Саратовский государственный университет,
кафедра геоморфологии и геоэкологии
E-mail: kohavi@yandex.ru

В статье рассмотрена созданная автором специализированная геоинформационная система «ГИС-национальный парк «Хвалынский»». Показаны концептуальные основы ГИС, содержание отдельных модульных блоков, тематическая структура баз данных. **Ключевые слова:** национальный парк «Хвалынский», географические информационные системы, базы данных, тематические карты, охрана природы.

Structure and Features of Functioning «GIS-national park» (on an Example of «GIS-national Park «Hvalynsky»»)

V.A. Danilov

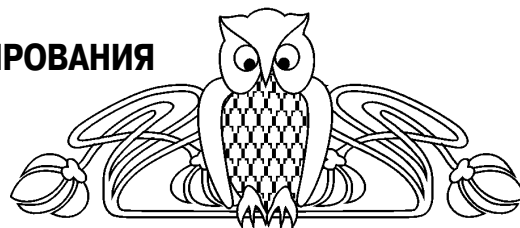
In article the specialised geoinformation system created by the author «GIS-national park «Hvalynsky»» is considered. Conceptual bases of the GIS, the maintenance of separate modular blocks, thematic structure of databases are shown.

Key words: national park «Hvalynsky», geographical information systems, databases, thematic cards, wildlife management.

Национальный парк «Хвалынский» был создан в 1994 г. на северо-востоке Саратовского Правобережья для сохранения ландшафтов лесостепной зоны европейской части России на самой южной границе их распространения. Территория парка характеризуется разнообразием и уникальностью ландшафтов [1]. Национальный парк с охранной зоной практически целиком занимает территорию Хвалынского муниципального района Саратовской области.

Основными задачами национального парка «Хвалынский», согласно [2], является как сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков, историко-культурных объектов, так и создание условий для регулируемого туризма и отдыха в природных условиях. Выполнение таких весьма противоречивых задач невозможно без привлечения новых достижений науки и техники, в том числе и ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования [3].

В статье рассмотрен опыт по созданию специализированной ГИС по управлению разнообразной деятельностью парка [1]. Данные исследования были ранее опубликованы в ряде работ [1, 4–6]. Особое внимание обращено на структуру и содержание баз данных, задействованных в разных модулях ГИС.



Процесс создания ГИС начался в 2002 году. Именно тогда были проведены первые комплексные ландшафтные исследования на территории парка и в охранной зоне [7]. Затем они были подкреплены полустационарными работами на полигонах-трансектах центрального участка парка, разносезонными маршрутными наблюдениями, снегогеохимическими и почвенно-геохимическими исследованиями. Большое внимание было обращено на анализ опубликованных и фондовых материалов, обработку данных дистанционного зондирования, лесотаксационные материалы за разные годы. Накопленный массив информации и конкретные запросы дирекции парка позволили сформулировать концепцию и принципы создания будущей ГИС, структуру и содержание баз данных разных ее модулей.

Рассмотрим методологические и структурно-информационные особенности «ГИС-национальный парк «Хвалынский»».

Ими являются:

- использование в качестве основы крупномасштабной цифровой (топографической) карты с различным набором базовых слоев;
- организация и хранение баз данных согласно иерархической (древовидной) структуры;
- интеграция данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на различные периоды времени и с разным разрешением;
- взаимодействие с различными технологиями глобальных систем позиционирования (ГСП);
- представление материалов баз данных в разных формах и видах;
- принцип модульности структуры, каждый из которых выполняет строго определенные функции;
- создание и обновление банков данных мониторинговых и специализированных научных исследований;
- тематическое разнообразие картографических материалов, оцифрованных по имеющимся картам, и построенных на основе полевых исследований;
- наличие синтетических и аналитических карт, созданных на основе имеющихся данных с применением методов математического, картографического и других видов моделирования.

Использование ГИС-национальный парк ориентировано на разные категории пользователей, поэтому в ГИС реализован модульный принцип, с ориентацией содержания каждого модуля на определенную группу пользователей.



В рассматриваемой ГИС модули «настроены» на посетителей и сотрудников парка (управленцев-администраторов), научных работников.

В первом случае для посетителей-рекреантов модуль представлен в роли информационно-справочной системы, содержащей информацию о территории и инфраструктуре парка, возможных видах рекреации и месте их расположения. Отличительными особенностями данного модуля являются широкое применение средств мультимедиа, представление информации в более наглядном и упрощенном виде, интеграция данных в сеть Интернет. Данный модуль имеет собственное имя – «Электронный гид».

Модуль администраторов-управленцев выполняет роль и справочной, и экспертной системы, обеспечивающей своевременную помощь в процессе принятия управленческих решений в рамках возложенных на национальный парк обязательств. Задача модуля состоит в предоставлении разнообразных аналитических и синтетических карт, полученных на основе обработки разной информации о территории парка. Отдельно выделяется подмодуль анализа лесотаксационных материалов за разные годы.

Отличительной особенностью административного модуля является интеграция баз данных ГИС, данных дистанционного зондирования Земли и глобальных систем позиционирования, позволяющая на местности в режиме реального времени уточнять информацию об объектах и явлениях на территории парка, определять их состояние и возможные изменения.

Наконец, «научный» модуль выполняет роль банка данных, аккумулирующего результаты специализированных исследований, с последующей их систематизацией, анализом и поиском зависимостей между отдельными природными компонентами. Данный модуль отличается большим количеством подмодулей, связанных со специализированными исследованиями: ландшафтными, геохимическими, гидрологическими, флористическими, зоологическими и др. В модуле широко используются различные методы геоинформационного моделирования – математического, картографического, экологического и др.

Базы данных являются информационной основой всей ГИС. Их состав и организация определяются перечнем входных и выходных данных, необходимых для решения функциональных задач национального парка.

Исходными материалами для формирования баз данных являются:

- топографические карты Хвалынского района и Саратовской области;
- тематические карты территории парка и охранной зоны;
- лесотаксационные материалы;
- данные полевых наблюдений/исследований;

– фондовые и опубликованные материалы различных организаций и ведомств;

– нормативные данные для специализированных расчетов.

Картографическая база данных

Основой картографической базы данных является открытая для пользования крупномасштабная цифровая векторная карта территории Хвалынского муниципального района масштаба 1 : 50 000, дополненная цифровой векторной картой масштаба 1 : 200 000 Саратовской области. На отдельные участки парка созданы цифровые векторные карты открытого содержания масштаба 1 : 25 000, а на территорию учебно-научного стационара Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского – в масштабе 1 : 500.

Цифровые топографические карты открытого содержания предназначены для пространственной координации и визуализации данных по природным и рекреационным условиям и ресурсам национального парка, комплексного изучения Хвалынского административного района и интеграции этих данных в геоинформационную систему «Особо охраняемые природные территории Саратовской области». Все цифровые векторные карты представлены в единой системе координат WGS-84, что позволяет совмещать их с различными тематическими слоями и данными дистанционного зондирования в формате GeoTIFF, без преобразования последних, с целью получения любых выходных карт.

Наличие цифровых карт с разной линейкой масштабов обеспечивает лучшую визуализацию и вывод данных с нужной степенью их генерализации и детализации. Цифровые картографические слои соответствуют геореляционной модели хранения данных и содержат атрибутивные таблицы, являющиеся компонентами пространственных баз данных. Совмещение пространственных и атрибутивных типов данных достигается использованием ключей и индексов, для связи с объектами отдельных тематических таблиц. Это позволяет обрабатывать запросы пользователей ГИС с одновременным привлечением картографических и атрибутивных данных, а также представлять результаты обработки запросов в виде карт, тематическая нагрузка которых определяется содержанием атрибутивных таблиц. Карты сопровождаются текстовыми описаниями, графикой и фотографиями.

Формирование пространственной (картографической) базы данных обеспечивается следующими процедурами:

- созданием базовых электронных карт открытого содержания в векторном формате на территорию Хвалынского национального парка, Хвалынского административного района и Саратовской области в указанных выше масштабах, на основе соответствующих топографических карт и космических снимков высокого разрешения и аэрофотоснимков;



– построением цифровой модели рельефа Хвалынского НП, других математико-картографических моделей, тематических электронных карт парка и охранной зоны для научного и управленческого модулей;

– созданием упрощенных справочно-информационных карт и организацией электронной фото- и видеотеки, отражающей содержание экспозиций музеев г. Хвалынска, с фотографиями основных и редких видов флоры и фауны, обнажений горных пород, форм рельефа, гидрологических объектов, памятников природы, истории и культуры и пр. на территории парка и его охранной зоны для ГИС-модуля «Электронный гид».

Картографическая база данных «ГИС НП «Хвалынский»» в настоящее время включает десятки цифровых карт различного содержания и масштабов, выполненных в векторном формате. Рассмотрим тематическую структуру картографической базы данных ГИС.

Общегеографические базовые карты:

- Саратовской области масштаба 1 : 200 000;
- Хвалынского муниципального района масштаба 1 : 50 000;
- центрального участка Хвалынского национального парка и его охранной зоны масштаба 1 : 25 000;
- учебно-научного стационара СГУ масштаба 1 : 500.

Карты географического положения территориальных структур с границами.

- местоположение Саратовской области на территории России;
- административно-территориального деление Саратовской области и НП «Хвалынский» на ней;
- местоположение НП «Хвалынский» на ландшафтной карте России;
- местоположение НП «Хвалынский» в структуре ландшафтов Нижнего Поволжья и Саратовской области;
- карта границ функциональных зон НП «Хвалынский»;
- карта лесничеств бывшего Хвалынского лесхоза;
- карты лесоустроительных кварталов и выделов.

Тематические карты и математико-картографические модели

а) природно-ресурсные инвентаризационные карты:

- карта рельефа Саратовской области;
- геологическая карта Хвалынского муниципального района с четвертичными отложениями и без них;
- геоморфологическая карта Хвалынского муниципального района;
- карта почв и почвообразующих пород Хвалынского муниципального района;
- геоботаническая карта Хвалынского муниципального района, включая ареалы реликтовых и эндемичных растений;

- карта лесов и водных объектов, редких и исчезающих видов растений и животных на территории Хвалынского муниципального района;
- зоогеографическая карта НП «Хвалынский»;
- карта породного состава лесов Хвалынского муниципального района;

– ландшафтная карта Хвалынского муниципального района;

б) карты морфометрии рельефа Хвалынского муниципального района:

- ярусов рельефа;
- экспозиции склонов;
- углов наклона земной поверхности;
- горизонтального расчленения;
- вертикального расчленения;
- водосборных бассейнов (порядков, площадей и др.);

– трехмерная GRID-модель территории;

в) констатирующие и оценочные карты природных процессов и геоэкологических ситуаций на территорию Хвалынского муниципального района:

- участков с активным развитием эрозионных процессов;
 - участков потенциального развития эрозионных процессов;
 - негативных процессов в почвенном покрове;
 - группа ландшафтно-геохимических карт (концентрации химических веществ в почвах, водах, растительности, снеговом покрове по отношению к фоновому содержанию и ПДК) центральной части НП «Хвалынский»;
 - толщины снегового покрова и запасов влаги в снеге в разных урочищах центральной части НП «Хвалынский» (по данным снегомерной съемки);
 - толщины снегового покрова (по результатам моделирования);
 - проблемных геоэкологических ареалов;
 - устойчивости геоэкосистем к хозяйственному воздействию центральной части НП «Хвалынский»;
 - оценочные лесотаксационные карты-схемы (просматриваемости, санитарно-гигиенического состояния, проходимости, ландшафтно-эстетической и рекреационной привлекательности, оценки бонитета лесных насаждений и др. по материалам лесотаксационных работ);
 - карта рекреационной емкости геоэкосистем;
 - модельных полигонов-трансект и точек комплексного ландшафтно-экологического описания на территории центральной части НП «Хвалынский»;
- г) инвентаризационные и оценочные карты рекреации и отдыха:*
- транспортной доступности различных участков территории Хвалынского муниципального района;
 - экологических троп на территории НП «Хвалынский»;



– визуальных бассейнов и панорамных площадок на территории центрального участка НП «Хвалынский»;

– живописности отдельных участков НП «Хвалынский»;

– археологических памятников на территории Хвалынского муниципального района;

д) *Цифровая модель рельефа Хвалынского муниципального района.*

Наряду с двухмерными картами, в ГИС представлены трехмерные данные, в частности цифровая GRID-модель рельефа (ЦМР) территории Хвалынского муниципального района с размером сети 50 x 50 м. Исходной ее основой стали отметки высот и изолинии топографической карты масштаба 1 : 50 000. Для более точного построения цифровой модели применялись линии, отражающие структуру поверхности рельефа, – обрывы, промоины, тальвеги, линии и объекты гидрографической сети, уточненные по результатам дешифрирования космического снимка высокого разрешения. ЦМР может применяться в весьма разнообразных сферах деятельности: при вычислении различных морфометрических показателей рельефа, расчете визуальных бассейнов и панорамных точек, построении профилей поперечного сечения по производным линиям, оценке формы склонов через кривизну их поперечного и продольного сечения, интерполяции высот, генерации сети тальвегов и водоразделов, создании виртуально-реальностных моделей местности [8].

Созданная ЦМР территории Хвалынского муниципального района позволяет использовать ее для решения различных задач. Например, в туристско-рекреационных целях можно использовать ЦМР при построении и анализе профилей существующих и планируемых туристических троп, произвести их увязку с панорамными точками, точно определить длину и крутизну маршрута и др. ЦМР важна при оценке потенциальной опасности развития линейной и других форм эрозии, в зависимости от типа землепользования и ее интенсивности, для получения качественных и количественных характеристик морфометрических показателей рельефа и т.п. Данные задачи достаточно легко решаются с применением ЦМР и практически невыполнимы при использовании обычных цифровых карт. В настоящий момент более широко распространен радиолокационный способ получения и построения ЦМР, облегчающий скорость ее создания [9].

Данные дистанционного зондирования

В «ГИС-НП «Хвалынский»» добавлены данные дистанционного зондирования. Основной частью базы данных является фрагмент крупномасштабного космического снимка территории Хвалынского муниципального района, полученный с российского спутника «Ресурс-01» с помощью длиннофокусной камеры МКФ-1000 в августе 1999 года. Это панхроматический двухзональный

фотографический снимок с разрешением в 4-5 м в центре кадра площадью 6400 км². Фотокосмоснимок был отпечатан с негатива, сканирован и переведен в цифровую форму. Затем с помощью программы AutoCAD Map и модуля RasterDesign была сделана геометрическая коррекция снимка по серии опорных точек и его территориальная привязка в системе координат WGS-84. Пространственное разрешение снимка соответствует примерно карте масштаба 1 : 10 000–1 : 25 000.

В систему также добавлен среднемасштабный мультиспектральный снимок октября 2007 г., полученный с помощью сенсоров MSS и ET американского спутника Landsat-5, со следующими каналами: синим, зеленым, красным, ближним инфракрасным, коротковолновым инфракрасным, инфракрасным и тепловым инфракрасным. Пространственное разрешение панхроматических каналов данного спутника составляет 30 м и примерно соответствует карте масштаба 1 : 50 000–1 : 100 000. Снимок изначально выполнен с геопривязкой в формате GeoTIFF, поэтому не требует территориальной привязки к системе координат WGS-84.

Снимки могут использоваться как самостоятельно, так и в качестве подложки цифровых векторных карт, обеспечивая более достоверное определение признаков объектов при выделении участков, занятых различными видами растительности и типами землепользования, выявление нарушенных и застроенных территорий, оценку плотности и формы эрозионной сети, выбор эталонных (модельных) участков [8].

Например, изучение цвета, структуры и текстуры различных комбинаций каналов мультиспектрального космического снимка позволило определить ареалы хвойных, мелколиственных и твердолиственных древесных пород, площадь и локализацию вырубок, сенокосов, травянистых участков, садовых плантаций и др. [10, 11].

Полевое дешифрирование содержания космических снимков выполнялось во время проведения летних ландшафтно-экологических работ. По его результатам была уточнена карта землепользования территории национального парка и его охранной зоны, определены участки активного развития различных форм эрозии и береговой абразии, уточнены местоположение и ареал произрастания коренных сосновых насаждений, участки потенциального расширения территории национального парка и др.

Атрибутивная база данных

В понятие атрибутивной (непространственной, не связанной с местоуказанием) базы данных (АБД) входят текстовые и табличные описания, опубликованные и фондовые материалы различного содержания, рассматривающие природу, историю и культуру Хвалынского Приволжья, содержащей информацию по обслуживанию туристов, экологической обстановке и состоянию геозкосистем парка, научной, просветительской,



природоохранной деятельности парка, экспозициям хвалынских музеев и пр.

Основу атрибутивной базы данных составляют лесотаксационные описания по Хвалынскому лесничеству, выполненные в 1994 году. Лесотаксационные материалы были переведены из аналоговой в цифровую табличную форму. После проведения процедуры геокодирования – поиска соответствия между табличными объектами и их пространственным представлением с помощью индексов, – стало возможно строить различные лесотаксационные карты-схемы на основе табличных данных.

Элементарной пространственной единицей (элементарным полигоном) в лесотаксационных документах является таксационный выдел. Таксационный выдел в ГИС содержит следующую информацию: номер лесоустroительного квартала, описание выдела, его площадь, категория земель, хозяйственная категория, проектируемые хозяйственные мероприятия, преобладающая древесная порода, тип леса, бонитет, тип лесорастительных условий, год и тип вырубki, данные о захламенности выдела, описание элементов леса. Для каждого яруса лесных насаждений даются следующие характеристики: коэффициент состава, древесная порода, средний возраст, высота, диаметр, полнота, характеристика лесных культур, описание поврежденных насаждений, описание травянистой растительности, характеристика древесно-кустарниковых растений, информация о потерях древесины на выделе, рекреационная характеристика выдела, санитарное состояние, проходимость, просматриваемость, тип ландшафта, характеристика почвы, характеристика подростa, его количество, средний возраст, высота, коэффициент состава, характеристика подлеска, степень густоты, комплексная оценка выдела.

Структуры атрибутов цифровых слоев и таксационных баз данных разных лет идентичны. После окончания лесотаксационных исследований в 2010 г. планируется добавление их результатов в АБД. Это позволит в перспективе разработать методику учета и внесения изменений в первичную базу, анализировать изменения в лесном фонде в период между лесотаксационными мероприятиями, а также приступить к организации постоянного комплексного мониторинга лесного фонда на основе ведения непрерывного лесоустroительства.

Большую долю в АБД «ГИС НП «Хвалынский»» составляют материалы полевых ландшафтных описаний модельных площадок и полигонов-трансектов. Исходный материал из полевых бланков переведен в электронную форму, составлена база данных, содержащая характеристики доминантных, субдоминантных и эпизодических урочищ по модельным фациям. Ландшафтно-экологическая информация была упорядочена по тематическим слоям и привязана к базовой топографической карте Хвалынского района.

В АБД также хранятся результаты химического анализа почвенных и водных проб, материалы полустационарных микроклиматических наблюдений по полигонам-трансектам, а также разнообразная текстовая и статистическая информация по национальному парку «Хвалынский», фототека, включающая цифровые фотографии различных урочищ парка, отдельных компонентов и элементов ландшафта, объекты рекреационно-туристской инфраструктуры и инженерного обустройства.

Пополнение атрибутивной информации преследует цель систематически и в течение длительного времени проводить мониторинг динамики природных явлений и процессов в пределах парка и охранной зоны. Накапливаемый фактический материал должен отвечать требованиям достоверности, массовости (исключение могут составлять данные по редким и исчезающим видам), репрезентативности и преемственности.

Картографические и атрибутивные базы данных различных модулей «ГИС НП «Хвалынский»» дополняются блоком моделирования.

Блок моделирования включает как готовые прикладные программы, так и встроенный в ГИС-пакеты язык программирования MapBasic или пакет MapX, позволяющие создавать свои собственные продукты для целей математико-картографического моделирования и решающие задачи буферизации, кластеризации, интеграции и других операций пространственного анализа. При этом базовая топографическая карта с набором тематических карт и баз данных является не просто подложкой, а полноценным источником по созданию новых разнообразных синтетических карт.

В рамках «ГИС НП «Хвалынский»» с помощью различных программ были определены зоны видимости/невидимости с разных точек, рассчитаны значения транспортной доступности и удаленности рекреационных угодий, оценена степень опасности эрозионных процессов, определены микроклиматические различия, рассчитана толщина снежного покрова по территории района, определены площади рассеивания в приземном воздухе различных загрязняющих веществ, проведена оценка уровня их концентрации и др.

Сам процесс создания «ГИС НП «Хвалынский»» включает несколько этапов:

- 1) этап разработки концепции и содержательной структуры ГИС по различным модулям: туристическому, административному и научному;
- 2) создания и постепенного наполнения картографических и атрибутивных баз данных для различных модулей ГИС;
- 3) разработки соответствующих модульных интерфейсов;
- 4) размещения, апробации и поддержки ГИС в дирекции парка, визит-центре, учебно-научном стационаре Саратовского госуниверситета, лабораториях и компьютерных классах географического факультета СГУ;



5) интегрирования «ГИС НП «Хвалынский»» в «ГИС «Саратовская область»» и развертывания элементов ГИС в глобальной сети Интернет.

В настоящее время по отдельным структурным модулям выполняются работы на 3, 4 и 5 этапах создания ГИС. Постоянно ведется пополнение картографических и атрибутивных баз данных по результатам полевых научных исследований.

Кратко охарактеризуем и рассмотрим вариант реализации информационно-справочного модуля «Электронный гид» «ГИС НП «Хвалынский»» на платформе программного пакета ГИС MapInfo 8.5 Professional [12], интегрированного в «ГИС «Особо охраняемые природные территории Саратовской области»».

ГИС-оболочка MapInfo позволяет масштабировать картографическое изображение, компоновать тематические слои, сопровождать цифровую карту текстовым описанием, фотографиями и другими данными на основе гиперссылок. Администратор модуля в случае необходимости может редактировать базы данных, изменять свойства отображения целого слоя или объекта по отдельности, создавать и удалять новые объекты, изменять геометрические характеристики уже созданных объектов, атрибутивные данные.

Для пользователей модуля помимо возможности изменять отображаемые слои карты, реализованы следующие элементы интерфейса.

Средства навигации представлены следующими функциями: перемещение по карте; уменьшение и увеличение масштаба карты; отображение обзорного окна текущей карты; получение атрибутивной и другой информации об объектах; быстрый поиск населенного пункта; возможность получения растрового представления картографического материала.

Подсистема поиска позволяет выполнять поиск и отображение объекта на карте по полному названию или его части с указанием категории. В системе присутствуют следующие категории объектов, по которым осуществим поиск: топонимы, экологические тропы, историко-культурные и археологические памятники, места и объекты рекреации и отдыха (санатории, профилактории, гостиницы, кемпинги, кафе, бары, рестораны и др.), места оказания неотложной помощи. Отдельно выделена кнопка быстрого поиска по экологическим тропам (сложность и продолжительность их прохождения).

Дополнительные возможности: функция измерения линейных и площадных значений; отображение/скрытие условных обозначений по объектам, отображенным на карте; добавление и редактирование собственных меток и маршрутов на карте.

Остальные модули «ГИС НП «Хвалынский»» основаны на том же интерфейсе. Они отличаются от рекреационного модуля и большим тематическим набором банков данных, наличием подмодулей, представленных кнопками быстрого

вызова и отвечающих за определенные функции, большой степенью свободы при работе с картой, возможностью подключения и использования прикладных программ моделирования.

Как известно, задача географии – познать типичное в индивидуальном и выявить индивидуальное в типичном. Национальный парк «Хвалынский» является типичным представителем лесостепного Приволжья, но в то же время уникальным уголком Европейской России. Как видится, «ГИС НП «Хвалынский»» может стать ядром научной, рекреационно-туристской и образовательно-воспитательной работы не только в пределах парка, но и в рамках единого природно-историко-культурного и рекреационно-туристского комплекса «Хвалынский национальный парк – малый исторический город Хвалынский».

Библиографический список

1. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Савинов В.А., Данилов В.А. Национальный парк «Хвалынский»: ландшафтная характеристика и географическая информационная система / Под ред. В.З.Макарова. Саратов, 2006. 148 с.
2. Положение о федеральном государственном учреждении «Национальный Парк «Хвалынский»». Приказ МПР России № 521 от 6 июня 2003 г. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=469326> (дата обращения: 14.04.2010).
3. Дитц Л.Ю., Равкин Ю.С., Алсынбаев К.С. Экспертно-аналитическая географическая информационная система (ГИС) «Пространственно-временная динамика экосистем Урала и Сибири» // Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование. Новосибирск, 2008. С. 207–257.
4. Макаров В.З., Данилов В.А. Волжская «Швейцария» – Хвалынский национальный парк: природные особенности и проблемы развития // Развитие физической географии и ландшафтной экологии в Саратовском университете: Сб. науч. тр. / Под ред. д-ра геогр. наук, проф. В.З. Макарова. Саратов, 2005. С. 85–93.
5. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Данилов В.А. и др. Некоторые результаты ландшафтно-экологических исследований на территории Хвалынского национального парка // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. 2007. Т. 7. Сер. Науки о Земле, вып. 1. С. 11–16.
6. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Данилов В.А. и др. 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; Науч. ред. В.З. Макаров. Саратов, 2007. 300 с.
7. Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Федоров А.В. и др. Ландшафтно-экологические исследования в Хвалынском национальном парке (программа и результаты) // Безопасность и устойчивое развитие Нижнего Поволжья: Материалы III Региональной науч.-практ. конф., г. Волжский, 28 ноября 2003 г. Волгоград, 2003. С. 124–126.



8. Капралов Е.Г., Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика: Учебник для студ. вузов / Под ред. В.С. Тикунова. М., 2005. 480 с.
9. Павлова А.Н. Геоинформационное моделирование речного бассейна по данным спутниковой съемки SRTM (на примере бассейна р. Терешка) // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. 2009. Т. 9. Сер. Науки о Земле, вып. 1. С. 39–44.
10. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М., 2004. 336 с.
11. Жилеев М.Ю. Обзор применения мультиспектральных данных ДЗЗ и их комбинаций при цифровой обработке // Геоматика. 2009. № 3. С. 56–64.
12. Данилов В.А. Информационно-справочная ГИС НП Хвалынский // Всероссийская молодежная выставка-конкурс прикладных исследований, изобретений и инноваций. 27–28 октября 2009 г.: Сб. материалов. Саратов, 2009. С. 139.



ГЕОЛОГИЯ

УДК 550.83.553.3/9

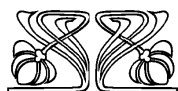
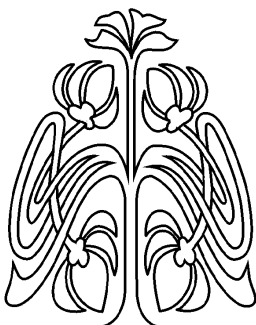
ЛИТОЛОГО-ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ АРДАТОВСКОГО ГОРИЗОНТА СПЛАВНУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Б.А. Головин, К.Б. Головин¹, М.В. Калинникова

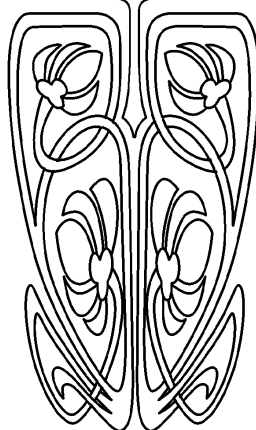
Саратовский государственный университет,
кафедра геофизики

E-mail: kalinnikova1@rambler.ru

¹ Саратовский филиал Территориального фонда информации по Приволжскому федеральному округу



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ



В данной статье обоснованы критерии определения эффективных толщин, пористости, глинистости и нефтенасыщенности продуктивных коллекторов. Выявлены особенности их распределения по вертикали и латерали.

Ключевые слова: геофизические методы исследования скважин, коллекторы, глинистость, пористость, нефтенасыщенность.

Lithologic-petrophysic Characteristic of Ardatovsk Horizon's productive Collectors of the Splavnukha's oil Field

B.A. Golovin, K.B. Golovin, M.V. Kalinnikova

In this article we had proved criteria of definition of productive collector's effective thicknesses, porosity, shaliness and petrosaturation. We had revealed their features of vertical and lateral distribution.

Key words: geophysical methods of pore research, collectors, shaliness, porosity, petrosaturation.

Актуальность данного исследования определяется, прежде всего, тем, что Сплавнухинское месторождение является высокоперспективным объектом для поисков углеводородов, поскольку расположено в непосредственной близости к уже разрабатываемым месторождениям, таким как Пограничное, Родниковское, Топовское и др. в Саратовской области и Новинское месторождение в Волгоградской области. Продуктивные коллекторы ардатовского горизонта Сплавнухинского месторождения являются трудноинтерпретируемыми для геофизических методов объектами в силу своего неоднородного состава, сложного геологического строения и др., что требует разработки индивидуальных петрофизических зависимостей для их обработки и интерпретации. Однако исходных материалов (данные керны, испытаний и др.) для построения достоверных зависимостей для продуктивных коллекторов ардатовского горизонта Сплавнухинского месторождения было явно недостаточно. Поэтому перед авторами статьи стояла задача восполнить недостающую петрофизическую информацию с помощью использования данных соседних месторождений – аналогов.

В тектоническом отношении Сплавнухинское нефтяное месторождение расположено в пределах Иловлинско-Родниковских дислокаций и приурочено к древнему Некрасовскому выступу фундамента (валу). Иловлинско-Родниковские дислокации отделяют Карамышскую депрессию от Каменско-Золотовской зоны поднятий.

С учетом последних данных сейсморазведки, бурения и испытания скважин Сплавнухинское нефтяное месторождение имеет сложное строение и представляет собой крупное горстовидное антиклинальное поднятие, осложненное тектоническими нарушениями, которые делят



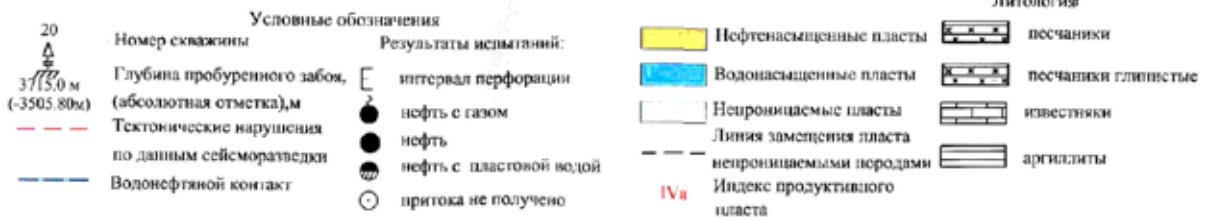
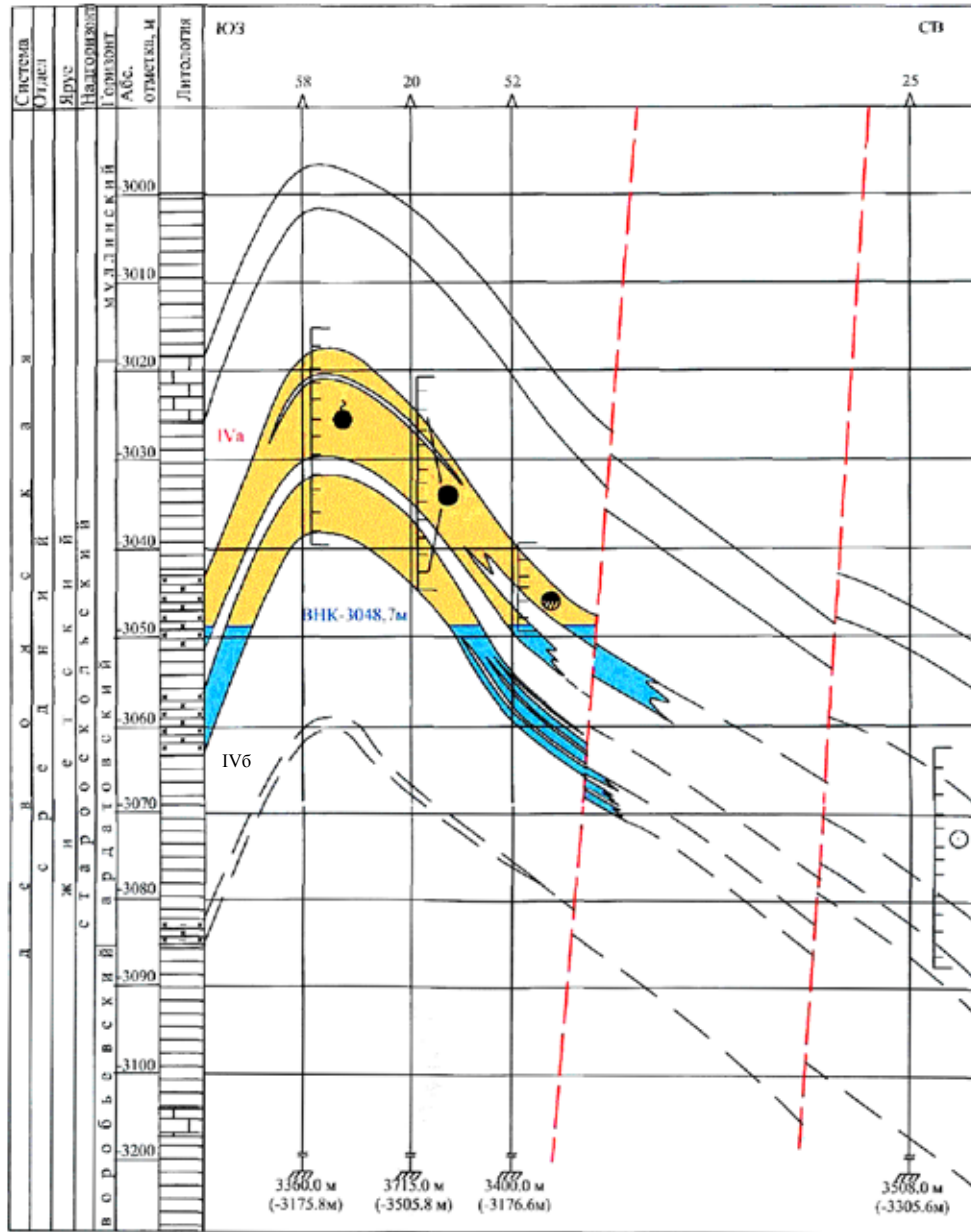
его на четыре тектонических блока, три из которых имеют самостоятельные нефтяные залежи. Блок IV продуктивной залежи не содержит.

Геологический разрез продуктивных отложений ардаатовского горизонта приводится на рисунке.

Блок I (скв. 1) ограничен тектоническим нарушением только с запада и опущен по от-

ношению к блоку II. Нефтяная залежь приурочена к круто падающему юго-восточному крылу антиклинальной складки. Размеры залежи 1,8×0,75 км.

Блок II (скв. 20, 24, 52, 54, 57, 58) ограничен со всех сторон разрывными нарушениями и представляет собой брахиантиклинальное под-



Геологический разрез продуктивных отложений ардаатовского горизонта Сплавнухинского месторождения по линии II-II.



нятие с двумя вершинами (скв. 58 и 24). Размер 3,8×2,0 км, амплитуда около 35 м.

Блок III (скв. 27) ограничен с севера и запада дизъюнктивными нарушениями, представляет собой присводовую, тектонически экранированную структуру, вытянутую с юго-запада на северо-восток. Размеры залежи 3,7×1,3 км, амплитуда более 15 м.

Блок IV (скв. 42) ограничен с запада и востока тектоническими нарушениями и примыкает к блоку II. В структурном отношении тектонический блок IV приподнят по сравнению с блоком II. В разрезе отложений скв. 42 продуктивных залежей не выявлено. Продуктивный пласт замещается непроницаемыми породами.

Всего в разрезе ардаатовского горизонта выделяется два пласта-коллектора – IVa и IVб –, отделяющихся друг от друга пачкой плотных аргиллитов толщиной до 22 м.

Основным эксплуатационным объектом Сплавнухинского месторождения являются нефтяные залежи, приуроченные к продуктивному пласту IVa ардаатовского горизонта. Пласт IVб продуктивных залежей не содержит.

Продуктивный пласт IVa представлен переслаиванием полимиктовых и кварцевых песчаников, серых и светло-серых, мелкозернистых, слабослюдистых, с карбонатным цементом, прослоями и линзами алевролитов и плотных аргиллитов. Характерной особенностью песчаников является изменчивость их литологического состава и толщины. В скв. 42 продуктивный пласт полностью замещается непроницаемыми глинистыми разностями, в скв. 27 – только нижняя часть, а в скв. 57 – только верхняя часть.

К блоку I приурочен продуктивный пласт IVa, который вскрыт одной скважиной и является самым незначительным по своим размерам, общая толщина пласта 15,2 м, по геофизическим исследованиям скважин (ГИС) выделяется два прослоя песчаника толщиной от 3 до 5,2 м. Нефтяная залежь, приуроченная к блоку I, пластовая, структурно тектонически экранированная.

Тектонический блок II ограничен со всех сторон разрывными нарушениями. В продуктивной части пласта IVa по ГИС выделяется от одного до шести прослоев песчаника, толщиной от 0,4 до 10,2 м. Нефтяная залежь пластовая, структурно тектонически экранированная.

Пласт IVб, залегающий в подошве ардаатовского горизонта, имеет ограниченное распространение и контролируется зоной замещения, сложен аналогичными кварцевым песчаниками (скв. 20, 24 и 52). В большинстве скважин он замещается на алевролиты и непроницаемые глинистые разности. Общая толщина песчаного пласта изменяется от 0,4 до 3,4 м.

В блоке III продуктивный пласт IVa вскрыт скв. 27. Общая толщина пласта составляет 17,1 м, по ГИС выделяется три прослоя песчаника толщиной 2,6 м и 10,2 м.

Взаимное расположение проницаемых прослоев показано на рисунке.

Покрышкой для нефтяных залежей служит 100-метровая толща аргиллитов с прослоями глинистых известняков ардаатовского и муллинского горизонтов.

Для литолого-петрофизической характеристики коллекторов использовался комплекс ГИС, включающий стандартный электрический каротаж (КС) с записью кривой потенциалов собственной поляризации (ПС); кавернометрию, боковой каротаж (БК), микророндирование (МК), индукционный каротаж (ИК), радиоактивный каротаж (РК), в который входят гамма каротаж (ГК) и нейтронный гамма каротаж (НГК), в отдельных скважинах был проведен акустический каротаж (АК).

В разрезе ардаатовских терригенных отложений коллекторы, как правило, хорошо выделяются по качественным признакам: отрицательной аномалией собственных потенциалов на кривой ПС, наличием глинистой корочки или номинальным диаметром на кавернограмме, приращением кажущегося электрического сопротивления микропотенциал зонда над микроградиент зондом, наличием градиента сопротивления на сопоставлении кривых индукционного каротажа и потенциал-зонда.

В изучаемом разрезе качественными признаками коллектора и относительно высокими сопротивлениями обладают породы с глинистостью по ГК достигающей 30%. Коллекторы неоднородны в литологическом отношении, поэтому величина граничной глинистости предшествующими работами не обоснована. По составу коллекторы представлены как кварцевыми, так и полимиктовыми песчаниками, возможно, встречаются коллекторы со слоистой глинистостью.

Граничное значение пористости, необходимое для выделения коллекторов по результатам количественной интерпретации ГИС, исследованиями 1978 г. принято равным 6%, что подтверждается результатами опробования в скв. 23, 25, не давших притоков при испытании пластов с пористостью 5,4–6%.

Для выделения кварцевых песчаников, которые по видовой классификации И.Е. Эйдмана (1972 г.) соответствуют коллекторам 1у, 2у и 5а типов, необходимо граничное значение пористости $K_{\text{пгр}} = 0,06$ д. ед. дополнить величиной граничной глинистости $K_{\text{гл}} = 0,10$ д. ед. Это дает возможность локализовать эту группу пород, обладающую наибольшей фильтрационной способностью [1].

Полимиктовым отложениям свойственны повышенные показания ГК за счет присутствия изотопа K^{40} , что делает возможным существование коллекторов при глинистости по ГК до 30%. Для выделения песчано-алевритовых коллекторов полимиктового состава (типы 4у, 7а, 7у по видовой классификации Эйдмана) использован дополнительный критерий – критическое значение относительной глинистости $\eta_{\text{гл}} < 0,7$.



Обладая определенным фильтрационным потенциалом, породы полимиктового состава по качественным признакам выделяются как коллекторы. В зоне предельного насыщения углеводородами коллекторы обладают повышенными сопротивлениями и по результатам электрометрии имеют характеристику нефтенасыщенных. Проницаемость таких пород изменяется от 3 до $10 \times 10^{-15} \text{ м}^2$.

Для количественной интерпретации результатов ГИС использованы аппаратные палетки и зависимости, опубликованные в литературе [1–3].

1. Акустический каротаж.

Для интерпретации материалов АК предложены уравнения среднего времени с поправкой за глинистость:

$$\Delta T = \Delta T_{\text{ск}} + K_{\text{п}} \times \Delta T_{\text{ж}} + C_{\text{гл}} \times \Delta T_{\text{гл}}.$$

Интервальное время в скелете для песчаников принято равным 155 мкс/м, интервальное время в глинах 100 мкс/м, в жидкости 460 мкс/м.

2. Методы НГК+ГК.

Расчет коэффициента глинистости по результатам ГК, необходимый для выделения коллекторов и внесения соответствующих поправок в показания методов ГИС при оценке их параметров, проводился по известной палетке Ларионова [1, 32].

Определение нейтронной пористости проводилось с использованием аппаратных палеток для зонда СП-62, связывающих показания НГК в условных единицах с пористостью по известняку для разных диаметров скважин и при минерализации промывочной жидкости менее 15 г/л.

Плотному опорному пласту (пористость которого принята равной 2%) соответствуют максимальные показания НГК против карбонатного пласта D_2IV , залегающего в кровле ардатовских отложений. Априорное значение пористости глины для ардатовских отложений принимается равным 40%. По величине пористости в выбранном глинистом пласте и диаметру скважины определяется значение условной единицы НГК, и вся кривая НГК нормируется на величину условной единицы. Такая интерпретационная модель, в отличие от метода двух опорных пластов с логарифмической шкалой, эффективно работает в области низкой пористости при изучении карбонатных пород (оправдан выбор низкопористого известняка в качестве плотного опорного пласта), поправки за диаметр ствола скважины вводятся автоматически.

3. Метод ПС.

В ряде скважин отмечено ухудшение или отсутствие коллекторов в отложениях ардатовского горизонта, интервал записи может не содержать опорного пласта «песков» с максимальными показаниями ПС.

Анализ показаний ПС в ардатовском горизонте, соответствующих линиям «глин» и «песков», выявил некондиционность опорных пластов. Использование для каждого горизонта минимального показания ПС по ардатовскому

горизонту в качестве опорного пласта «песков» будет приводить к завышению пористости и занижению глинистости в породах с ухудшенными коллекторскими свойствами.

Выдержанные по площади пласты с максимальной амплитудой ПС встречены только в отложениях воробьевского горизонта. Для перехода от фактической максимальной амплитуды ПС к статической максимальной необходимо использовать коэффициент 0,63.

Определение коэффициента пористости по данным ПС проводилось по уравнению

$$K_{\text{п}} = 0,22\alpha_{\text{пс}} + W_{\text{гл}} \times C_{\text{гл}},$$

где $K_{\text{п}}$ – пористость; $\alpha_{\text{пс}}$ – амплитуда собственной поляризации; $W_{\text{гл}}$ – пористость глин, для глинисто-карбонатного цемента принята равной 0,03; $C_{\text{гл}}$ – массовая глинистость.

Уточнение коэффициента 0,22 выполнено по нескольким признакам:

1) по сопоставлению показаний ПС с пористостью по керну, отобранному из скважин Сплавнухинского месторождения и привязанного к кривой пористости по НГК;

2) совпадению с величиной минимальной пористости для чистых от глины кварцевых песчаников по видовой классификации Эйдмана;

3) максимальной теоретической пористости хорошо отсортированных песков (гранулометрическая характеристика: 90% песчаной фракции и 10% алевритовой) составляет 36%.

Исходя из линейности связи $\alpha_{\text{пс}} = f(K_{\text{п}})$ и соотношения величин фактической и статической амплитуд ПС равной 0,63 мы вправе перейти к соотношению

$$K_{\text{п}} \text{ max} = 0,63 \times K_{\text{п}} \text{ теор.} = 0,63 \times 0,36 = 0,222.$$

Для оценки коэффициента глинистости методом ПС использовалось эмпирическое уравнение, подобранное для интервалов, где на нормализованных кривых ГК и ПС отсутствует карбонатная или полевошпатовая составляющие:

$$C_{\text{гл}} = 0,97 \times \exp(-4,8\alpha_{\text{пс}}).$$

При интерпретации ПС под массовой глинистостью подразумевается сумма величин $C_{\text{гл}}$ и $C_{\text{карб}}$, поскольку интерпретационные возможности этого метода существенно ограничены и не позволяют проводить раздельную оценку глинистости и карбонатности. Более точную оценку глинистости получают по данным ГК.

4. Комплексирование методов ПС и ГК.

Комплексирование двух методов оценки глинистости (ПС+ГК) позволяет дать приближенную оценку ряда литологических характеристик, таких как карбонатность и алевритистость пород. Значение карбонатности для терригенных пород определяется из эмпирической формулы

$$C_{\text{карб}} = \frac{(1 - C_{\text{глгк}})(C_{\text{глпс}} + C_{\text{глгк}})}{C_{\text{глгк}} + 0,2} - 1,$$

при условии, что $C_{\text{глгк}} + 0,2 < C$

Содержание алевритового материала $C_{\text{алевр}}$ рассчитано вдоль ствола скважины по полиному



Лагранжа для трех узлов аналога интегральной гранулометрической кривой. На оценку величины алевроитовой составляющей наложено ограничение:

$$C_{\text{алевр}} > 0,5C_{\text{глик}}$$

Возможность такого подхода проверена на большом объеме гранулометрических исследований по месторождениям Кюровдаг (Азербайджан), шельфа Каспийского моря, Тимано-Печорской провинции для однотипных коллекторов с глинисто-карбонатным цементом.

5. Методика определения коэффициента проницаемости.

Для расчета проницаемости предложена эмпирическая формула, полученная на выборке из более чем 300 образцов, на которых был выполнен гранулометрический анализ по ряду нефтегазонасыщенных регионов России и Азербайджана:

$$K_{\text{пр}} = 1,2 \left(\frac{C_{\text{спесч}}}{C_{\text{спесч}} + C_{\text{алевр}}} \frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{пгр}}} \right)^{5,5}.$$

Величина граничной пористости для кварцевых песчаников ардатовского возраста составляет $K_{\text{пгр}}=0,06$.

Величина газопроницаемости для алевролитов, замеренная на керне поперек напластования, в несколько раз ниже, чем проницаемость, определенная вдоль напластования. Для образца низкопорового кварцевого песчаника (скв. 42) отмечен резкий рост проницаемости поперек напластования, видимо, связанный с трещиноватостью. Следует отметить, что для построения такой зависимости на материалах Сплавнухинского месторождения не имеется достаточного объема керновых исследований. Коллекторы сложные, в составе кластической части присутствуют кварц и полевые шпаты, в цементе – карбонатный и глинистый материал. Для ардатовских отложений характерно существенное уплотнение коллекторов за счет кальцитизации, однако замкнутый резервуар позволил сохранить от разрушения зерна полевых шпатов и обеспечить относительно высокую пористость полимиктовых пород (в целом не характерную для глубины залегания около 3000 м.). Сопоставление величин пористости, определенных по данным НГК, АК, ПС, показывает их удовлетворительную сходимость для полимиктового разреза и свидетельствует о том, что сложный состав пород может вызвать существенные погрешности при определении пористости по НГК и АК (до 5% и более) за счет литологических особенностей выделенных пластов.

В таких условиях наиболее достоверные определения пористости могут быть получены только по данным ПС, поскольку этот метод позволяет отсеять погрешности, связанные с повышенной пористостью полимиктовых песчаников и алевролитов, обусловленной присутствием неэффективной внутризерновой пористости и повышенным фоном ГК, не связанным с глинистостью данных пород. Остальные методы пористости

могут быть использованы для контроля основного метода или привлекаться для выделения трещинных коллекторов.

Присутствие трещинно-поровых коллекторов – карбонатов и уплотненных кварцевых песчаников не имеет широкого распространения, однако может увеличивать фильтрационный потенциал выделенных коллекторов.

Использование видовой классификации Эйдмана, которая была положена в основу подсчета запасов углеводородов 1978 г., при автоматизированной интерпретации ГИС ограничено в связи с субъективностью получаемых оценок и сложностью алгоритмизации этого вычислительного процесса.

Удельное электрическое сопротивление пластов-коллекторов определялось по материалам ИК после введения поправок за толщину пласта и, при необходимости, за сопротивление вмещающих пород [1]. При отсутствии ИК использовались показания 2-метрового потенциал-зонда или данные бокового метода.

Коэффициент водонасыщенности определялся с использованием стандартных связей: относительного сопротивления (параметра пористости) с пористостью и коэффициента увеличения сопротивления (параметра насыщения) с водонасыщенностью, которые для сильно цементированных терригенных пород Поволжья в соответствии с видовой классификацией Эйдмана имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} P_{\text{п}} &= K_{\text{п}}^{-2}, \\ P_{\text{н}} &= K_{\text{в}}^{-2}. \end{aligned}$$

Сопротивление пластовой воды $\rho_{\text{в}}$ рассчитано для минерализации пластовой воды 240 г/л при температуре пласта 88°C и составляет 0,02 Ом·м.

Выделение нефтенасыщенных участков пластов и оценка уровня водо-нефтяного контакта проводились по резкому снижению показаний электрических методов при одинаковой пористости [2]. Анализ результатов обработки ГИС показал, что для коллекторов ардатовского горизонта критическое значение сопротивления составляет 8 Ом·м.

Величина остаточной водонасыщенности для терригенных пород приближенно определяется эмпирическим выражением, полученным в результате анализа материалов интерпретации ГИС в скважинах изучаемого месторождения. Для зоны предельного насыщения углеводородами

$$K_{\text{ов}} = (0,045 - 0,1K_{\text{п}}) / K_{\text{п}}$$

Для ряда выделенных пластов (скв. 2 – интервал 3271,3–3274,5 м; скв. 52 – интервал 3269,9–3272,3 м), для которых характерна пониженная пористость, выполняется условие, сформулированное М.М. Элланским [4]: при превышении величины критической водонасыщенности пласт будет работать только водой:

$$K_{\text{вкр}} = 0,3 + 0,7 \cdot K_{\text{ов}}$$

Сведения о пластах-коллекторах, общей, эффективной, нефтенасыщенной толщинах, полученных в результате интерпретации материалов ГИС, приведены в таблице.



Результаты интерпретации материалов ГИС ардаатовского горизонта Сплавнухинского месторождения

Номер сква Авт, м	Возраст	Глубина пласта, м		Абс. отметка, м	Толщина пласта, м	Исходные данные по ГИС		Литология	Характер насыщения	Кл, д.ед.	Кл, д.ед.	Кл, д.ед.	Примечания													
		Кровля	Подолова			Кровля	Подолова							Д.с., мм	рп, Ом* м	НГК, у.е.	К _{пнк} , д.ед.	α _{пнк} , д.ед.	К _{пнк} , д.ед.	К _{пнк} , д.ед.						
1-Спп 181,9	D21Va	3241,5	3246,7	-3059,6	-3064,8	-	5,2	5,2	230,8	23,2	2,83	0,079	0,40	0,118	-	0,533	Песчаник	Нефть	0,118	0,168	0,778	ВНК по подошве пласта				
	D21Va	3253,7	3256,7	-3071,8	-3074,8	-	3,0	3,0	221,2	47,0	3,23	0,096	0,61	0,163	-	0,217	-	-	0,163	0,051	0,806	-				
2-Спп 270,4	15,2													8,2												
	D21Va	3271,3	3274,5	-3000,9	-3004,1	-	3,2	0,0	279,8	13,9	2,85	0,057	0,38	0,087	-	0,618	-	Вода	0,087	0,165	0,563	-				
	D21Va	3277,1	3279,3	-3006,7	-3008,9	-	2,2	0,0	196,2	4,3	3,87	0,087	0,52	0,114	-	0,281	-	-	0,114	0,048	0,404	Вода по испытанию, со- противление увеличено вследствие уплотнения				
	D21Va	3286,7	3289,7	-3016,3	-3019,3	-	3,0	0,0	199,6	3,4	2,66	0,160	0,61	0,134	-	0,341	-	-	0,134	0,080	0,423	-				
20-Спп 209,2	18,4													8,4	0,0											
	D21Va	3233,1	3234,9	-3023,9	-3025,7	-	1,8	1,8	259,7	18,9	2,90	0,085	0,23	0,078	0,041	0,588	-	Нефть	0,078	0,129	0,581	-				
	D21Va	3235,5	3244,1	-3026,3	-3034,9	-	8,6	8,6	204,1	20,5	2,87	0,136	0,55	0,146	0,102	0,260	-	-	0,145	0,074	0,785	-				
	D21Va	3246,3	3253,3	-3037,1	-3044,1	-	7,0	7,0	209,1	12,4	3,32	0,080	0,39	0,112	0,049	0,521	-	-	0,112	0,132	0,642	-				
24-Спп 231,2	20,2													17,4	17,4											
	D21Va	3245,7	3250,1	-3014,5	-3018,9	-	4,4	4,4	248,1	11,4	3,29	0,067	0,40	0,103	0,140	0,349	-	-	0,103	0,062	0,596	-				
	D21Va	3252,1	3252,7	-3020,9	-3021,5	-	0,6	0,6	258,3	14,5	2,42	0,116	0,26	0,072	0,142	0,683	-	-	0,072	0,168	0,487	-				
	D21Va	3257,1	3259,5	-3025,9	-3028,3	-	2,4	2,4	228,9	11,3	3,26	0,073	0,41	0,106	0,020	0,530	-	-	0,106	0,133	0,604	-				
	D21Va	3259,9	3261,9	-3028,7	-3030,7	-	2,0	2,0	246,0	9,9	3,28	0,080	0,43	0,110	0,072	0,412	-	-	0,110	0,087	0,591	-				
	D21Va	3262,3	3263,1	-3031,1	-3031,9	-	0,8	0,8	279,0	22,7	2,99	0,050	0,31	0,083	0,039	0,632	-	-	0,083	0,159	0,644	-				
27-Спп 277	17,4													10,2												
	D21Va	3246,7	3249,3	-2969,7	-2972,3	-	2,6	2,6	217,1	8,6	2,67	0,122	-	-	0,120	0,522	-	-	0,122	0,161	0,603	ВНК по подошве пласта				
52-Спп 223,6	D21Va	3253,6	3263,8	-2976,6	-2986,8	-	10,2	10,2	221,7	16,6	2,63	0,144	-	-	0,159	0,285	-	-	0,144	0,075	0,759	-				
	17,1													12,8	12,8											
	D21Va	3262,7	3268,3	-3039,1	-3044,7	-	5,6	5,6	218,5	15,6	3,07	0,115	-	-	0,144	0,344	-	-	0,115	0,075	0,688	ВНК внутри пласта по испытанию и данным ГИС				
	D21Va	3269,9	3272,3	-3046,3	-3048,7	-	2,4	2,4	212,7	18,0	2,87	0,117	-	-	0,214	0,408	-	-	0,117	0,064	0,716	-				
	D21Va	3272,3	3273,3	-3048,7	-3049,7	-	1,0	0,0	247,5	3,8	2,45	0,115	-	-	0,198	0,635	Песч.-алевр	Вода	0,115	0,226	0,372	-				
	D21Va	3277,7	3278,1	-3054,1	-3054,5	-	0,4	0,0	216,2	3,4	3,43	0,073	-	-	0,113	0,579	Песчаник	-	0,073	0,108	0,000	-				
	D21Va	3278,5	3279,5	-3054,9	-3055,9	-	1,0	0,0	216,0	3,0	3,38	0,076	-	-	0,111	0,592	-	-	0,076	0,114	0,000	-				
	D21Va	3279,9	3281,3	-3056,3	-3057,7	-	1,4	0,0	221,3	8,7	3,48	0,063	-	-	0,149	0,583	-	-	0,063	0,108	0,237	-				
	D21Va	3281,7	3282,9	-3058,1	-3059,3	-	1,2	0,0	243,7	3,8	2,58	0,084	-	-	0,095	0,678	-	-	0,084	0,207	0,133	-				
	54-Спп 207,6	20,2													13,0	8,0										
		D21Va	3232,5	3241,7	-3024,9	-3034,1	-	9,2	9,2	221,8	23,1	2,55	0,155	0,63	0,159	-	0,169	-	Нефть	0,159	0,035	0,815	-			
		D21Va	3244,5	3247,7	-3036,9	-3040,1	-	3,2	3,2	245,4	12,3	3,36	0,046	0,29	0,081	-	0,507	-	-	0,081	0,088	0,500	-			
D21Va		3247,7	3248,3	-3040,1	-3040,7	-	0,6	0,6	241,3	14,3	3,13	0,051	0,24	0,069	-	0,696	-	-	0,069	0,172	0,461	-				
57-Спп 212,2	15,8													13,0	13,0											
	D21Va	3236,3	3238,3	-3024,1	-3026,1	-	2,0	2,0	261,0	23,0	2,64	0,091	0,45	0,117	0,150	0,626	Песч.-алевр.	-	0,117	0,211	0,747	-				
	D21Va	3239,9	3240,7	-3027,7	-3028,5	-	0,8	0,8	251,1	28,8	2,35	0,149	0,40	0,104	0,098	0,680	-	-	0,104	0,236	0,746	-				
	D21Va	3241,5	3242,9	-3029,3	-3030,7	-	1,4	1,4	273,8	24,8	2,70	0,112	0,27	0,076	0,068	0,645	Песчаник	-	0,076	0,144	0,627	-				
58-Спп 184,2	D21Va	3245,1	3251,5	-3032,9	-3039,3	-	6,4	6,4	228,3	20,8	3,60	0,086	0,48	0,123	0,142	0,376	-	-	0,123	0,082	0,747	-				
	15,2													10,6	10,6											
	D21Va	3202,1	3205,3	-3017,9	-3021,1	-	3,2	3,2	211,5	14,2	2,88	0,119	0,44	0,114	0,111	0,405	-	-	0,114	0,086	0,671	-				
	D21Va	3205,7	3214,5	-3021,5	-3030,3	-	8,8	8,8	214,9	24,1	4,33	0,085	0,60	0,151	0,107	0,219	-	-	0,151	0,046	0,609	-				
-	D21Va	3216,3	3222,7	-3032,1	-3038,5	-	6,4	6,4	202,9	18,9	3,74	0,079	0,55	0,140	0,096	0,179	-	-	0,140	0,037	0,767	-				
	20,6													18,4	18,4											



По результатам интерпретации данных ГИС пористость выделенных в разрезе коллекторов при средневзвешенном значении 0,113 д. ед. для месторождения в целом, изменяется для отдельных пластов от 0,069 до 0,163 д. ед. Для блоков I, II, III средневзвешенное значение пористости составляет 0,134, 0,125 и 0,139 д. ед., соответственно.

Коэффициент нефтенасыщенности изменяется от 0,461 до 0,815 д. ед. по отдельным пластам. Коэффициенты средневзвешенной нефтенасыщенности по блокам составляют 0,788 (блок I), 0,712 (блок II) и 0,728 д. ед. (блок III).

Коэффициент проницаемости в скважинах 1, 20, 58, обеспечивших максимальные дебиты, достигает 58,7, 23,5 и 22,1·10⁻¹⁵ м², соответственно.

Из специальных методов ГИС для выявления интервалов с подвижной нефтью в потенциально продуктивных коллекторах рекомендуется проведение исследований индикаторного метода по радону (ИМР).

Таким образом, разработана надежная методическая основа определения коллекторских

свойств исследуемых пластов по материалам комплекса ГИС с использованием данных месторождений – аналогов. Получены обоснованные критерии определения эффективных толщин, коэффициентов пористости, глинистости, нефтенасыщенности продуктивных коллекторов ардатовского горизонта Сплавнухинского месторождения.

Библиографический список

1. Альбом палеток и номограмм для интерпретации промыслово-геофизических данных. М., 1984. 200 с.
2. Латышева М.Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических методов исследования скважин. М., 1981. 182 с.
3. Мичурин Г.В. Разделение пластов на коллекторы, возможные коллекторы и неколлекторы по данным ГИС // Недр Поволжья и Прикаспия. 2003. Вып. 34. С. 69–74.
4. Элланский М.М. Петрофизические основы комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин: Метод. пособие. М., 2001.

УДК. 552.53:553.632

ОТРАЖЕНИЕ В ПЕТРОМАГНЕТИЗМЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРАСТВОРИМОГО ОСТАТКА ПО РАЗРЕЗУ СИЛЬВИНИТОВОГО ПЛАСТА ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Г.А. Московский¹, А.Ю. Гужиков¹, М.В. Решетников², А.С. Сорокин¹, С.А. Свидзинский³

Саратовский государственный университет, кафедра петрографии и минералогии

E-mail: MoskovskyGA@info.sgu.ru

¹кафедра динамической геологии и полезных ископаемых

E-mail: GuzhikovAY@info.sgu.ru

²кафедра геоэкологии

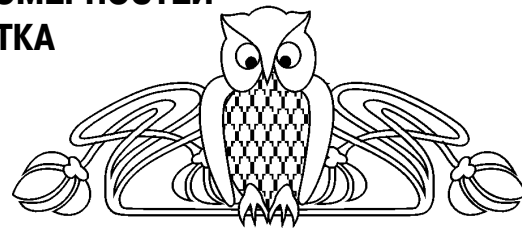
E-mail: rmv85@list.ru

³ОАО «ЕвроХим-ВолгаКалий»

E-mail: lavanda741@yandex.ru

Изложены результаты детальных петромагнитных исследований керн калийных солей кунгурской калиеносной толщи Гремячинского месторождения (Волгоградская обл.), которые позволили получить дополнительную информацию о седиментационной ритмичности и обосновать корреляционные уровни. Установлена взаимосвязь между изменениями магнитной восприимчивости и вариациями содержания нерастворимого остатка по разрезу сальвинитового пласта, на основе которой разработана методика экспрессной оценки качества сальвинитовых руд по петромагнитным данным. При использовании новой методики не требуется изготовления шлифов для просмотра под микроскопом и отпадает необходимость в длительной процедуре растворения солей с целью выделения нерастворимого остатка.

Ключевые слова: петромагнетизм, магнитная восприимчивость, нерастворимый остаток, седиментационная ритмичность, корреляционный уровень.



Petromagnetic Effect of an insoluble residue distribution in the sylvinite Layer Section of the Gremyachinskoe Deposit

G.A. Moskovskiy, A.Yu. Guzhikov, M.V. Reshetnikov, A.S. Sorokin, S.A. Svidzinskiy

The article presents results of the detailed petromagnetic analysis of the core samples of the potassium salts of the Kungurian potassium salt complex in the Gremyachinskoe deposit (Volgograd region), which allowed for obtaining additional information on the stratigraphic rhythmicity and for substantiating the correlation levels. The connection between magnetic susceptibility variations and changes in the insoluble residue content over sylvinite layer section has been identified and used as a basis for the development of a new express petromagnetic method of the sylvinite quality evaluation. This method involves no microscopic studies of the thin sections and eliminates the need for the prolonged insoluble residue extraction through salt dissolving.

Key words: petromagnetism, magnetic susceptibility, insoluble residue, stratigraphic rhythmicity, correlation levels.

Гремячинское месторождение сальвинитов располагается на юге Приволжской моноклинали, к северо-востоку от Северо-Котельниковского надвига. Сальвиниты месторождения связыва-



ются с погожской ритмопачкой раннепермских отложений Приволжской моноклинали [1]. Значительное содержание нерастворимой примеси, прежде всего, ангидрита в сильвинитах Гремячинского месторождения определяет необходимость установления закономерностей его распределения в породах продуктивного интервала.

Для решения этой задачи мы использовали принципиально новый прием, заключающийся в использовании петромагнитных характеристик сильвинитов. Возможность такого подхода определялась принятой нами моделью формирования примеси ангидрита в сильвинитах в основном за счет поступления в бассейн как терригенного компонента, сопровождаемого пелитоморфными компонентами, в том числе и гумусовой составляющей, содержащих какое-то количество тонкодисперсных ферромагнитных минералов. Модель основана на наличии значимой зависимости магнитных характеристик породы от объема, заключенного в ней терригенного материала.

Методика исследований заключалась в выпиливании из каждого образца ядра сильвинитов 2–5 препаратов стандартного размера кубической

формы, которые характеризуют все особенности их состава. В дальнейшем для каждого образца определялись петромагнитные характеристики, они взвешивались, подвергались растворению. Полученные нерастворимые остатки также взвешивались, и проводился их иммерсионный анализ.

На первой стадии были исследованы 88 образцов из фрагментарно отобранных образцов ядра скважин 15, 22, 29, 30, 28–1. Измерена магнитная восприимчивость (K) всех образцов, а по скв. 15, кроме того, получены данные о естественной остаточной намагниченности (J_n), остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}) и остаточной коэрцитивной силе (H_{cr}) (рис. 1). Измерения магнитной восприимчивости и намагниченности проводились на капабридже МФК1–ГВ и спин-магнитометре JR–6.

Несмотря на исключительно слабую магнитность изученных образцов солей (от $-1,3$ до $3,5 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), значения петромагнитных параметров обнаруживают значимые вариации по разрезу и могут быть использованы для дополнительного расчленения калиеиносного пласта и рас-

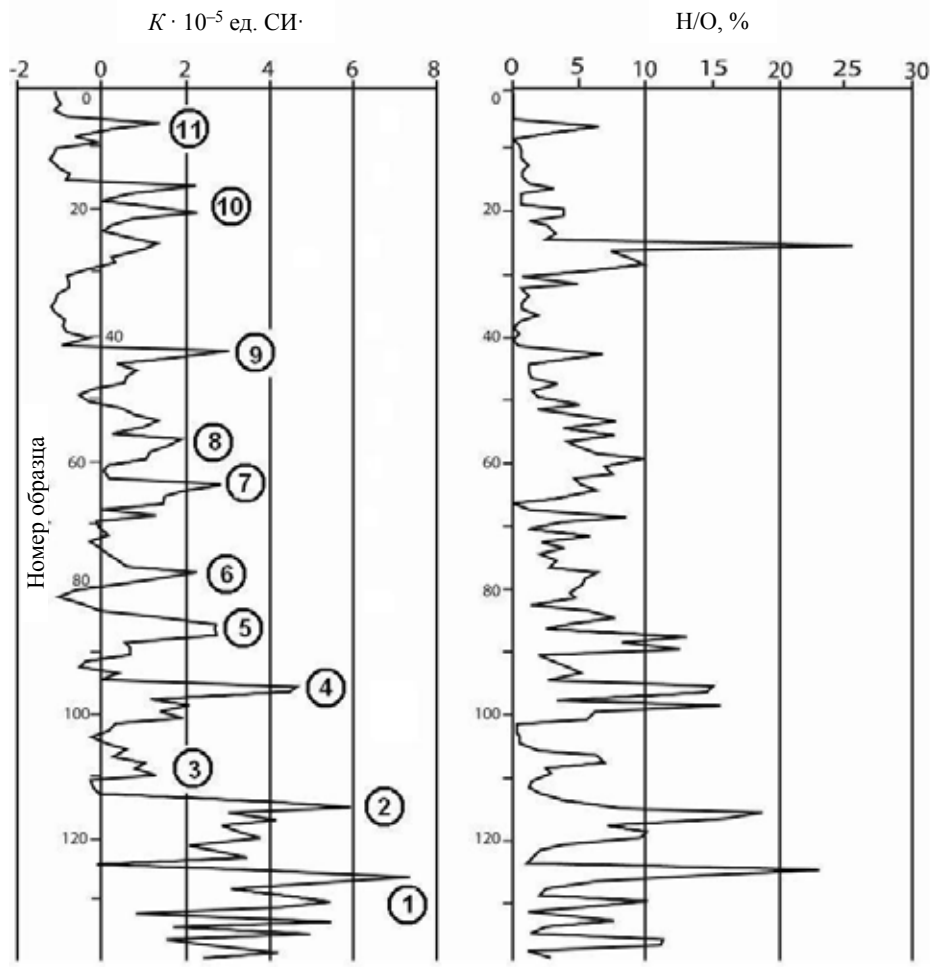


Рис. 1. Петромагнитные характеристики сильвинитовой толщи Гремячинского месторождения калийных солей (скважины 28, 15, 29, 22, 30)



предела скопления терригенного материала. Остаточная коэрцитивная сила, величина которой зависит от вида ферромагнетика, может быть использована для выявления образцов с повышенными содержаниями гидроокислов железа. Породы с глубин 1146–1148 м в скв. 15, например, характеризуются повышенными значениями H_{cr} 440–570 Э (на фоне 100–250 Э), что указывает на присутствие в них наиболее значительного количества $FeOON \cdot nH_2O$ (см. рис. 1). Графики K , J_n , J_{rs} практически идентичны (в скв. 15 коэффициенты парных корреляций между ними близки к 1), и при последующих исследованиях мы ограничились только наиболее экспрессной из них характеристикой – магнитной восприимчивостью K (каппа).

Отрицательные значения K (до $-1,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) связаны с наиболее чистыми разностями сильвинита, перистого галита и выдержанным по составу и толщине ангидритом (см. рис. 1), т.е. с породами, образовавшимися при седиментации в солеродном бассейне. Положительные величины K (до $3,5 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), напротив, отражают наличие терригенных примесей, поскольку соли являются природными диамагнетиками, а терригенные частицы – пара- или ферромагнетиками [2]. Справедливость этого утверждения подтверждена результатами работ по выделению нерастворимого остатка (приведено далее) и изучения состава пород в шлифах. Образцы с диамагнитным эф-

фектом практически не содержат нерастворимого остатка, а образцы с положительной K , напротив, характеризовались максимальным количеством терригенных примесей и сульфатов (см. рис. 1).

В дальнейшем исследованию были подвергнуты 188 образцов из 20 штучков ядра скв. 17 (ствол 3) от подошвы до середины калиеносного горизонта. Результаты определения магнитной восприимчивости и нерастворимого остатка в этом массиве образцов отображены на рис. 2.

Анализ изменений значений магнитной восприимчивости и содержаний нерастворимого остатка по разрезу обнаруживает следующие закономерности.

Общей тенденцией в изменениях величин магнитной восприимчивости по разрезу является периодическая смена аномально высоких (для солей) значений магнитной восприимчивости (от $1,4$ до $7,3 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) низкими (отрицательными), типичными для них как диамагнетиков (от $-1,2$ до $0 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ), происходящая на фоне тренда к снижению значений K вверх по разрезу.

Сравнение графика K с литологической колонкой (рис. 3) показывает приуроченность «аномальных пиков» магнитной восприимчивости к интервалам, в которых установлены высокие содержания терригенных компонентов (см. рис. 3), а минимумы петромагнитного параметра связаны с относительно чистыми разностями сильвинитов и галититами (каменной солью).

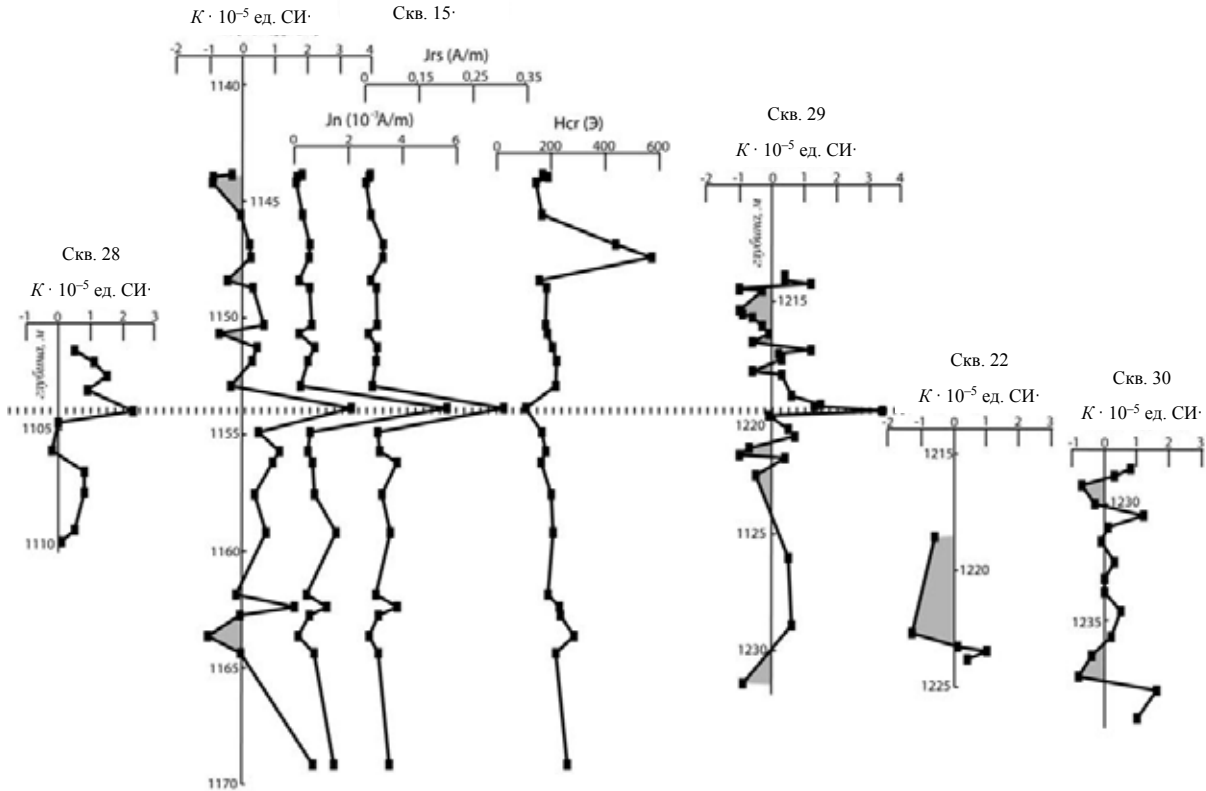
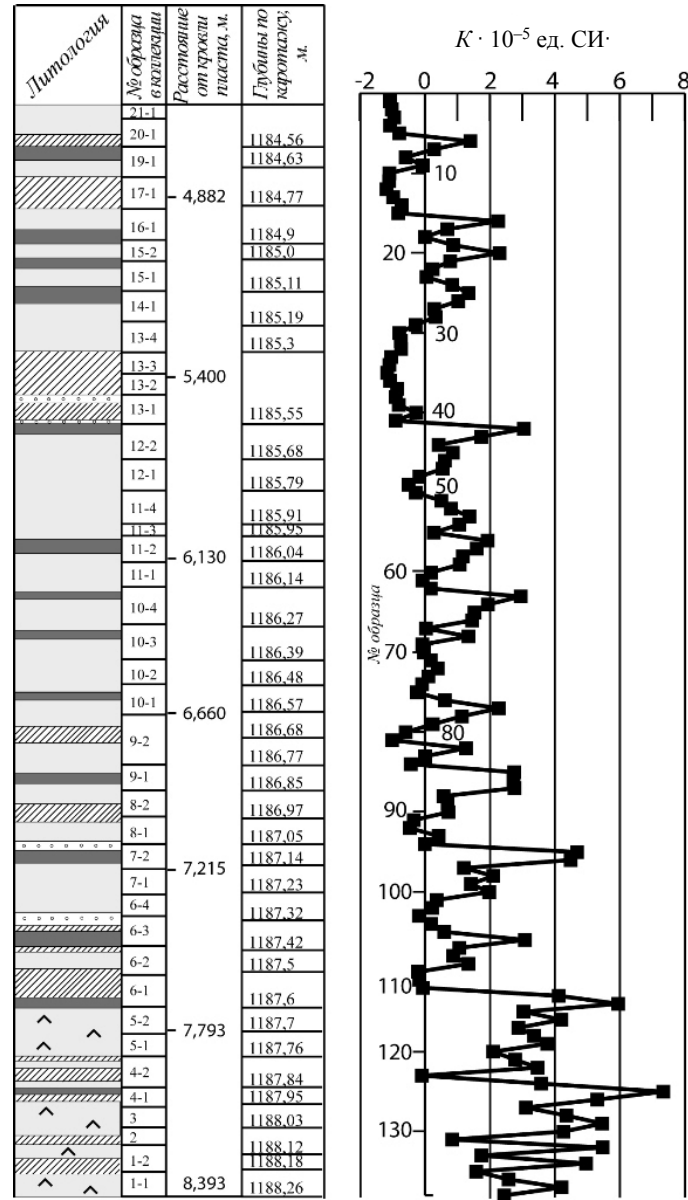


Рис. 2. Графики значений магнитной восприимчивости (K) и содержания нерастворимого остатка (НО) (скв. 17 ствол 3)



Условные обозначения

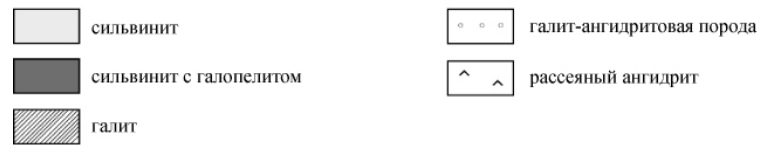


Рис. 3. Петромагнитный разрез скв. 17 (ствол 3)

Тренд к уменьшению величин магнитной восприимчивости вверх по разрезу отражает снижение роли нерастворимых компонентов в продуктивном пласте от его подошвы к кровле. Аналогичный тренд магнитной восприимчивости – уменьшение значений к кровле калиеносного пласта зафиксирован и в скв. 15 с фрагментарным отбором керна, т.е. эта тенденция является общей закономерностью для всего разреза продуктивного пласта.

Величины магнитной восприимчивости тесно зависят от концентраций нерастворимого остатка: коэффициент линейной корреляции между этими параметрами равен 0,49, что намного превышает его критическое значение (0,22) на уровне значимости $p = 0,01$, при объеме выборки (количестве образцов) равном 132. Наличие подобной взаимосвязи предопределяет возможность определения содержаний нерастворимого осадка (НО) по значениям петромагнитных характери-



стик, не прибегая к длительной и трудоемкой процедуре выделения НО.

Пересчет значений К по отношению к процентному содержанию нерастворимого осадка проводился нами по формуле

$$НО = 0,0021 \times K^6 - 0,0324 \cdot K^5 + 0,1756 \cdot K^4 - 0,3726 \times K^3 - 0,0615 \times K^2 + 2,4381 \times K + 3,1143, (1)$$

которая представляет собой уравнение полиномиальной кривой, аппроксимирующей содержания НО от К.

Разумеется, показатели НО, рассчитанные по формуле (1) для каждого образца, во многих случаях весьма далеки от реального содержания нерастворимого остатка в породе. Но полученные таким образом величины НО, осредненные для любых интервалов пласта мощностью 2,5 м, весьма удовлетворительно совпадают со значениями истинного среднего содержания нерастворимого осадка в этом интервале (в пределах погрешности $\pm 10\%$) (таблица). С увеличением мощности пласта точность определения процентных концентраций нерастворимого остатка возрастает (см. таблицу).

Зависимость погрешности определения НО от мощности интервала

Мощность интервала, м	Погрешность определения НО, %
0,25	118
0,5	56
0,75	22
1	20
1,25	17
1,5	13
1,75	15
2	12
2,25	12
2,5	12
2,75	8
3	5
3,25	1

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанную нами петромагнитную методику к внедрению в производство для оценки качества сильвинитов и особенностей строения всего продуктивного интервала месторождения. Главным достоинством предлагаемой методики является ее экспрессность: для измерения магнитной восприимчивости одного образца необходимы доли минуты, в то время как процедура извлечения нерастворимого осадка занимает недели и требует предварительного и последующего высокоточного взвешивания образцов.

Основные интервалы с аномально высокими содержаниями терригенных компонентов в продуктивном горизонте месторождения

Вариации магнитной восприимчивости и содержания нерастворимого остатка по разрезу нижней части сильвинитового пласта скв. 17–3 носят ритмичный характер, что позволяет выделить 11 литолого-магнитных интервалов (ЛМИ) (см. рис. 2).

ЛМИ–1 (глубина от 1187,86 до 1188,26 м), располагающийся в подошве сильвинитового пласта, характеризуется высоким содержанием сгустков ангидрита, прослоев ангидрит-пелитового материала, очень высокой (для данного типа пород) магнитной восприимчивостью (до $7,34 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) и значительными колебаниями в количестве нерастворимого остатка – от 1,22 до 13,84%. Значительный разброс величин характерен и для магнитной восприимчивости при сохранении относительно высоких ее значений для всего интервала. Резкие колебания значений К и содержания нерастворимого осадка адекватно отражают неоднородности строения сильвинитового пласта. Верхнюю границу ЛМИ–1 следует, видимо, проводить по уровню обр. 4–2–Б в слое «перистого» галита, в котором магнитная восприимчивость имеет практически нулевое значение ($-0,0091 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ). Здесь же отмечается резкий спад содержания нерастворимого остатка с 23,08 до 1,25%. Подобный слой «перистого» галита встречается и ниже, в обр. 2, но в отличие от упомянутого выше обр. 4–2, он содержит существенную примесь галопелита.

ЛМИ–2 (глубина 1187,5–1187,76 м) характеризуется магнитной восприимчивостью от 2,1 до $5,95 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, причем здесь также совершенно четко отражена периодичность в составе продуктивного горизонта. Максимальные значения К связаны с наличием в породе существенных примесей терригенного материала, минимальные – с чистыми сильвинитами, что подтверждено анализом содержания нерастворимого остатка. Верхней границей интервала можно считать отложение «перистого» галита в образцах 17–3–6–1 и 17–3–6–2 (глубина 1187,6–1187,42 м) с $K = -0,21 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ.

ЛМИ–3 (глубина 1187,4–1187,35 м) отражает незначительное по масштабам увеличение магнитной восприимчивости, связанное с кровлей образца 17–3–6–2 (сильвинит со слоями ангидрит-пелитового состава, в котором $K = 1,34 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, а нерастворимый осадок составляет 2,63%) и нижней половиной обр. 17–3–6–3 ($K = 0,87 - 1,06 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ). «Перистый» галит, присутствующий в этом образце, был, видимо, неудачно отобран вместе с перекрывающим его слоем галопелита. Но в то же время в образцах 6–3В и 6–3Г установлено высокое содержание нерастворимого остатка, связанное, вероятно, с тем, что значительная часть ангидрита здесь имеет хемогенный генезис. Несмотря на это, высокая



концентрация нерастворимого остатка достаточно четко отражается в повышении магнитной восприимчивости.

ЛМИ-4 (глубина 1187,05–1187,32 м) связан с интервалом от обр. 17-3-7-1 до 17-3-7-2, где значительное содержание галопелита вызывает соответствующее увеличение магнитной восприимчивости (до $4,49\text{--}4,68 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ в обр. 7-2). Этому уровню соответствуют и высокие значения нерастворимого остатка (до 14,63 и 14,97%). Аномальная зона ограничена сверху резким спадом значений магнитной восприимчивости в образцах 17-3-8-1 и 17-3-8-2. Однако отмечаемое здесь уменьшение содержаний нерастворимого остатка происходит при несколько повышенных их средних значениях по сравнению с предыдущими «спадами» их величин.

ЛМИ-5 (глубина 1186,77–1186,85 м) характеризуется высокими значениями K в образце 17-3-9-1, где существенная примесь галопелита в сильвините вызывает возрастание значений магнитной восприимчивости $4,49\text{--}4,68 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Сверху аномалия ограничена отрицательными значениями магнитной восприимчивости, связанными со слоем «перистого» галита, выделенного в кровле обр. 17-3-9-2 и в части обр. 17-3-9-3.

ЛМИ-6 (глубина 1186,85–1186,53 м) связан со слоем сильвинита с повышенным содержанием ангидрита и галопелита (обр. 10-1). Величина нерастворимого остатка во всем образце 17-3-10-1 составляет 2,21–3,95%, увеличиваясь до 6,33%, что сопровождается максимальным значением магнитной восприимчивости ($2,28 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ) в аномальном интервале.

ЛМИ-7 (глубина 1186,04–1186,27 м) проявлен лишь в обр. 10-4, где повышенные значения магнитной восприимчивости связаны с общей зараженностью сильвинита ангидритом и галопелитом.

ЛМИ-8 (глубина 1186,04–1185,79 м) отражает довольно широкий интервал (образцы от 11-4 до 11-2) повышенного содержания нерастворимого остатка (в том числе и галопелита, который отмечается в составе НО). Повышенный интервал значений магнитной восприимчивости здесь проявлен отчетливо. Абсолютные значения K при этом понижены пропорционально уменьшению процентного содержания нерастворимого остатка по сравнению с ранее отмеченными аномалиями.

ЛМИ-9 (глубина 1185,68–1185,55 м) отчетливо выражен в обр. 17-3-12-2, где максимальное значение K достигает $3,05 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Интервал представлен оранжево-красным мелкозернистым сильвинитом с обилием тонких слойков ангидрита с каемками гидроокислов железа. В верхней части образца количество примесей увеличивается и заканчивается слоем ангидрит-галопелита.

ЛМИ-10 (глубина 1185,19–1184,77 м) выделяется по группе аномальных значений нерас-

творимого остатка и магнитной восприимчивости, связанных с обр. 17-3-14-1, 17-3-15-1 и 17-3-16-1 (рис. 4). Сильвиниты здесь содержат большое количество тонких слойков, ступков ангидрита, пелитового материала, окрашенного в красный цвет каемками гидроокислов железа.

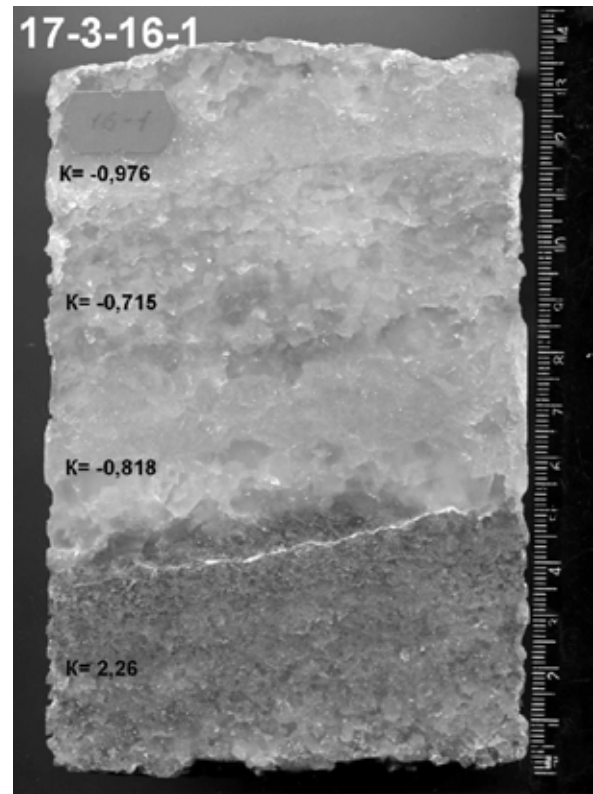


Рис. 4. Образец сильвинита 16-1 из скв. 17 с нанесенными на нем значениями магнитной восприимчивости $K \cdot 10^{-5}$ ед. СИ

ЛМИ-11 (глубина 1184,63–1184,56 м) связан с обр. 19-1, где представлен сильвинит с галопелитом. Аномалии по магнитной восприимчивости и величине нерастворимого остатка в этом интервале полностью совпадают.

Заключение

Анализ всех результатов, приведенных выше, позволяет сделать следующие выводы.

1. Общей закономерностью изменений величин магнитной восприимчивости и содержания нерастворимого остатка в сильвинитах снижение их значений в направлении кровли сильвинитового пласта.

2. Между величинами магнитной восприимчивости и количеством НО отмечается достаточно устойчивая корреляционная связь, нарушаемая в некоторых случаях за счет увеличения роли компонентов, связанных с садкой из рапы бассейна.

3. Ритмичность, выраженная описанными



аномалиями, может служить корреляционными признаками для сравнения разрезов продуктивного пласта различных участков месторождения.

4. Столь устойчивая зависимость между значениями магнитной восприимчивости и количеством нерастворимого остатка в сильвините позволяет рекомендовать использование разработанных приемов для экспрессной оценки содержания нерастворимого остатка в сильвинитах.

УДК 563.45 (116.3)

ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЧКОВАНИЯ СРЕДИ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ СКЕЛЕТНЫХ ГУБОК – ГЕКСАКТИНЕЛЛИД

Е.М. Первушов

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

Рассмотрение вопросов модульной организации ископаемых скелетных губок – гексактинеллид во многом связано с изучением форм вегетативного размножения этих организмов. Представления о формах размножения рецентных гексактинеллид, а тем более их мезозойских представителей неоднозначны. Приведены примеры ископаемых скелетов губок из верхнемеловых отложений Поволжья, в строении которых выделены морфологически обособленные и закономерно расположенные выросты, интерпретируемые как почки.

Ключевые слова: губки, гексактинеллиды, размножение, почки, поздний мел, тафномия, модульные формы.

Demonstration of Gemmation among Cretaceous Skeletal Sponges – Hexactinellida

Е.М. Pervushov

The examination of the modular organization in fossil skeletal sponges (Hexactinellida) is mainly related to a study of their vegetative reproduction.

The concepts of the reproductive forms for both Recent and Mesozoic hexactinellids can be ambiguous. Examples of the skeletons of fossil sponges from the Late Cretaceous of the Volga River basin, with morphologically detached and naturally distributed sprouts interpreted as buds, are shown.

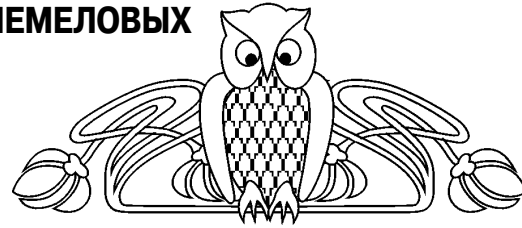
Key words: sponges, Hexactinellida, reproduction, buds, upper Cretaceous, taphonomy, modular forms.

Материал и основания для постановки вопроса

Значительная выборка остатков ископаемых губок, более 10 000 экземпляров, из меловых отложений европейской части России и стран ближнего зарубежья дает возможность детально изучить морфологию скелетов этих форм и представить некие производные реконструкции в отношении тенденций в морфогенезе представителей группы и в разработке «иерархических» соотношений. В частности, на протяжении двух десятилетий автор данной статьи то приближается к возмож-

Библиографический список

1. Московский Г.А., Свидзинский С.А., Петрик А.И. Условия формирования галогенных пород района Гремячинского месторождения сильвинитов // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. 2008. Т. 8. Сер. Науки о Земле, вып. 1. С. 75–85.
2. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Петрофизика: Справочник геофизика. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1984. 455 с.



но достоверному варианту решения вопроса об уровнях организации скелетных губок – гексактинеллид, то удаляется от него. Асимптотическое приближение к оптимальному представлению, в частности, об одиночных (унитарных) и колониальных формах среди гексактинеллид актуально для систематики представителей группы и кондиционного использования номенклатуры, унификации описаний скелетных форм и выработки целостного видения организации позднемеловых шестилучевых губок.

Описанные примеры регенерации скелетных форм позднемеловых гексактинеллид [1] и известные проявления в формировании дополнительных выростов при искажении или повреждении скелета позволили предположить наличие общей закономерности в расположении активных точек роста в строении губок – гексактинеллид. К предполагаемым зонам расположения точек активного роста были приурочены и участки организма, наиболее способные к регенерации и проявлению вегетативного размножения, в данном случае – почкования. Морфофункциональный анализ скелетных форм гексактинеллид позволяет предположить, что и формирование простейших полиоскулумных губок («автономий») предопределено особенностями расположения морфологически обособленных зон точек активного роста [2].

Общее количество остатков скелетов губок с почками – в пределах 30 экземпляров, а с разными выростами, неоднозначно интерпретируемым функциональным предназначением, – в пределах 70–100 экземпляров. Из общей выборки ископаемых губок формы с почками и выростами составляют от 0,03 до 0,1%.

Внимание на своеобразные выросты в строении скелета губок было обращено лишь при нахождении их остатков с явно морфологи-



чески выраженными и практически достоверно интерпретируемыми почками (фототабл. I, II и III). Лишь впоследствии была пересмотрена большая часть ископаемого спонгиологического материала с целью выделения остатков губок с выраженными почковидными новообразованиями или следами от их бывшего присутствия. Преимущественно в работе использованы материалы по губкам – гексактинеллидам с упоминанием полученных данных по демоспонгиям и известковым формам. Наиболее достоверные и наглядные формы проявления почкования и представлены в данной публикации.

В данной работе обсуждаются проявления наружного (дермального) почкования, поскольку затруднительно проследить и достоверно описать явления внутреннего почкования на примере ископаемых форм. Примеры парагастрального почкования, когда почкообразные выросты морфологически выражены в пределах парагастральной полости, единичны и гипотетичны. В то же время формирование перифронтальных форм (см. приложение, фототабл. IX) связывается с возможным проявлением парагастрального почкования, когда парагастральная поверхность стенки обращена непосредственно к внешней среде (*Contubernium*).

Поскольку сведения о формах размножения и соотношениях этих форм в онтогенезе даже современных представителей разных групп губок не всегда полезные, особенно в отношении гексактинеллид, надеемся, что изложенные нами суждения будут интересны для специалистов.

Закономерность в проявлении почкования

Среди скелетных гексактинеллид морфологически выраженное проявление почек прослеживается у представителей подотрядов *Lychniscina* и *Hexactinina*. Среди лихнисцин – представители семейств *Ventriculitidae* (6 форм) и *Camerospongiidae* (1–2 формы), гексактин – представители семейств *Leptophragmidae* (15 форм), *Craticulariidae* (1 форма), *Zittellispongiidae* (3 формы) и *Euretidae* (1 форма).

Почки и почкообразные выросты прослеживаются лишь среди губок, скелет которых образован преимущественно тонкой стенкой, и достоверно определяются как таковые в строении губок с геометрически четко построенным скелетом. Это преимущественно конические и лопастевидные скелеты с прямолинейными очертаниями стенок (см. приложение, фототабл. I, II, III и VII), на которых почки и иные новообразования выглядят несвойственными структурными элементами. Среди толстостенных форм (*Ortodiscus*, *Cephalites*) и губок со сложным лабиринтовым построением скелета (*Etheridgea*, *Plocoscyphia*, *Polyscyphia*) почкообразные выросты практически неизвестны, а среди «лабиринтовых» форм эти выросты сложно установить. По-видимому, размеры, очертания и количество почкообразных выростов среди

представителей разных семейств позднемеловых гексактинеллид существенно различались, что характерно и для современных губок [3, 4].

Однако на примере ископаемых гексактинеллид установлены некоторые общие закономерности преимущественного образования почек в строении скелета этих форм.

1. В строении скелета дефинитивных форм губок проявляется обособление участков, с которыми в наибольшей степени связывается формирование почек. Обычно на поверхности скелета губки выражены единичные почки, не более двух–трех. Даже редкие скопления большого количества почек, сформировавшихся одновременно, часто приурочены к конкретным участкам скелета. В некоторых случаях предполагается, что в строении скелета сохранились кратеры от отделившихся почек, со своеобразной структурой поверхности основания почки, расположенные рядом с еще не отделившейся почкой (см. приложение, фототабл. VI, фиг. 1). Иногда к исследованиям привлекались экземпляры, в строении которых явно прослеживаются остатки фрагментированных новообразований, рассматриваемые как почкообразные выросты, поскольку никак не связаны со структурой скелета (см. приложение, фототабл. VI, фиг. 3). Все эти материалы были положены в основу представленных ниже наблюдений.

1.1. Апикальные и маргинальные участки скелета (бокала). Наиболее часто почки и почкообразные выросты выделяются в пределах наиболее приподнятых участков стенки в структуре скелета, которые обычно удалены от центральной части оскулюма. Особенно ярко это прослеживается на примере фрагментов лопастей скелета крупных *Guettardiscyphia* (см. приложение, фототабл. I и II, фиг. 1), где хорошо морфологически выраженные скопления почек приурочены к апикальным и маргинальным участкам лопастей. Приуроченность образования почек именно к возвышающимся в строении организма элементам прослеживается на примере представителей разных таксономических групп, отличающихся исходным морфотипом скелета (см. приложение, фототабл. I–VII). Примечателен единственный экземпляр скелета губки *Tremabolites* (см. приложение, фототабл. III, фиг. 1) с отчетливо выраженным почкообразным выростом в верхней его части. Отметим, что верхняя часть скелета этих полиоскулюмных губок закрыта кортикальным покровом (вокруг оскулюмов) что гипотетически препятствует появлению новообразований. В этом случае практически всегда тела почек возвышались над поверхностью тела губки, в прижизненном положении, что обеспечивало перемещение почек после ее отрыва от материнской особи в водной среде по направлению ее перетока.

1.2. Участки поверхности стенки вблизи оскулярных (субоскулярных) отверстий. Помимо приуроченности почек к апикальным участкам скелета, которые в той или иной степени сопряже-



ны с окулломом, среди форм губок, в строении которых наблюдаются субоскулюмы (*Guettardiscyphia*, *Tremabolites*, *Balantionella*, *Plocoscyphia*), отчетливо прослеживается приуроченность разного рода скелетных новообразований (почек, выростов) к участкам стенки вблизи субоскулюмов. Многочисленные примеры выростов и почковидных образований, расположенных вблизи субоскулюмов, известны среди представителей рода *Guettardiscyphia* (см. приложение, фототабл. II, фиг. 2, 3). Фрагментарность материала по представителям *Guettardiscyphia* не позволяет оценить приуроченность скоплений почек к элементам структуры скелета в целом. Отмечается лишь, что размеры подобных выростов больше в верхних участках скелета.

В филогенезе губок *Leptophragma* – *Guettardiscyphia* – *Balantionella* – *Lobatiscyphia* [5], как предполагается, прослежено выделение в строении скелета как самих субоскулюмов, так и последующее образование крупных выростов с субоскулюмом в апикальной части.

Морфологически трудно выделить почкообразные образования в структуре скелета губок, отличающихся наличием многочисленных оскулюмов или субоскулюмов. Отчасти это объясняется сложным сочетанием тонкостенных полостей, образующих скелет губки, и установлением положения собственно оскулюма и субоскулюмов. Кроме того, не часто скелеты этих губок предстают в неискаженном, характерном для данного вида, габитусе, вследствие влияния течений и штормовых процессов и т.д. Достоверно установлены выросты, расположенные вблизи субоскулюмов, по единичным экземплярам губок *Tremabolites* (см. приложение, фототабл. III, фиг. 2) и *Eurete* (см. приложение, фототабл. VIII). В данных случаях прослеживается и приуроченность почкообразных выростов к узкой (ангустатной) части скелета, вероятно, ориентированной по направлению течения воды.

1.3. Участки перегибов, изгибов или прижизненных повреждений поверхности стенки. В строении изометричных форм губок скопления почек и почкообразных выростов приурочены к апикальной поверхности верхнего края, а единичные выросты распространены хаотично. В строении же скелета плоскосжатых, лопатных и уплощенных ветвистых форм почки и выросты обычно приурочены к ангустатной поверхности стенки (бокала) или к отчетливо выраженным участкам перегиба, изгиба стенки. Видимо, эти участки тела губки были ориентированы в соответствии с существовавшим направлением ламинарного течения в придонном слое воды, с тем, чтобы способствовать беспрепятственному распространению личинок в водной среде. Подобная приуроченность почек хорошо прослеживается как на примере бокаловидных скелетов губок (см. приложение, фототабл. III и VI), так и на примере губок со сложным, лабиринтовым

построением скелета (см. приложение, фототабл. VIII).

В случаях прижизненного искажения очертаний организма (скелета) роль активных точек роста, в частности, участков формирования почек, вне зависимости от прежних функций, могли выполнять участки организма (скелета), оказавшиеся апикальными (маргинальными) его участками. Многочисленны примеры формирования дополнительных выростов, опорных или ризоидных, в строении скелетов губок, выживших после штормовых процессов и сильно изменивших свой первоначальный облик. Подобные наблюдения подтверждают выводы исследователей современных представителей спонгиозной фауны [3, 4] об «индифферентности» скелетообразующих клеток синцитиальной ткани губок и их способности к изменению морфофункционального предназначения – реаранжировке (ремоделлингу).

Среди изученных ископаемых губок с хорошо выраженным габитусом скелета выделяются формы, в строении которых распространение почек или почкообразных выростов одновременно соотносится с ранее рассмотренными закономерностями: скопления почек приурочены к апикальным участкам узких поверхностей стенки вблизи оскулюма (субоскулюма).

2. Вероятно, у дефинитивных организмов в какой-то момент их развития наступала фаза активного образования почек, когда их выделение происходило почти одновременно если не по всей площади тела, то в ряде различных участков (см. приложение, фототабл. IV и VII). Хотя и в этом случае значительная часть почкообразных выростов была приурочена к апикальным участкам стенки бокала и средней части узкой его стенки.

Незначительная выборка ископаемого материала по губкам со следами почек и выростов не позволяет провести анализ проявления почкования среди представителей разных таксономических групп, в отношении губок, отличающихся исходным морфотипом, толщиной скелетообразующей стенки и плотностью расположения элементов скульптуры.

Проявление модульной организации

Особенности вегетативного размножения позднемеловых гексактинеллид способствовали обособлению направлений в формировании модульных форм губок [2]. В частности, в результате предполагаемого незавершенного почкования заметно видоизменился габитус некоторых представителей семейства вентрикулитид [6]. Среди губок, имеющих скелет, похожий на конический бокал с широким и равномерным отворотом (*Ventriculites*), вероятно, сформировались формы, в скелете которых доминировала широкая горизонтальная площадка отворота стенки при очень небольшом диаметре оскулюма (*Contubernium*).



Диаметр равномерного отворота стенки порой существенно превышает высоту конической, нижней, части скелета губки. Именно на широкой площадке отворота расположены многочисленные субмодули – конические почкообразные выросты с «субоскулярным» отверстием и цилиндрической полостью (см. приложение, фототабл. IX). Субмодули расположены субконцентрически по всей поверхности отворота стенки (парагастральная поверхность) и не сопряжены с центральной парагастральной полостью и ирригационной системой, развитой в стенке скелета губки. В онтогенезе губок субмодули обычно теряют четко выраженные конические очертания, и в строении взрослых форм отчетливо прослеживаются лишь «субоскулярные» отверстия. Среди представителей типового вида *Contubernium ochevi* (Peruv., 1998) количество субмодулей на парагастральной поверхности отворота растет, вероятно, в онтогенезе форм: с возрастанием диаметра отворота увеличивается и количество субмодулей от 15–20 до 50–60.

Немногочисленные формы, в строении которых субмодули (рассматриваемые как неотделившиеся почки) с сопряженными полостями и морфологически обособленные известны как среди *Lychniscina* (*Contubernium*, *Columelloculus*) [6], так и среди *Hexactinina*. Среди них установлены формы с апикальным расположением субмодулей на поверхности скелета губки (*Contubernium*) и периферическим, на дермальной поверхности стенки или стержня (*Columelloculus*). Аналогичные почкообразные образования известны и в строении скелета многих представителей поздне меловых демоспонгий, но ввиду особенностей строения спиккулярной решетки и организации ирригационной системы этих губок подобные «почки» морфологически обычно слабо выражены в строении скелета. В строении скелета демоспонгий подобные выросты также приурочены к апикальному участку скелета или перегибам боковой поверхности и выделяются как элементы, осложняющие строение нормально развивавшегося дефинитивного организма.

Подчеркнем, что в последнем случае рассматриваются не просто формы с замершим почкованием, а некий результат тенденции в морфогенезе губок, размножавшихся, в частности, и почкованием. Эта тенденция привела к формированию иных скелетных форм губок. Незавершенное почкование могло способствовать инициированию былых почек, субмодулей, в строение губок при сопряженном изменении собственно исходного скелета организма. При этом существенно изменилась и организация организма – это уже не просто унитарный (одиночный) организм, а нечто иное. Автор данной статьи предлагает именовать унитарные формы перифронтальными (словосочетание от: *peri* (греч.) – вокруг, возле и *frons/frontis* (лат.) – лоб) и рассматривать их среди первичных представителей модульных форм губок [2].

Аспекты тафономии

На несвойственные губок образования на поверхности скелетов внимание было обращено не сразу. В частности, благодаря проведению палеоэкологических и тафономических исследований по концентрированным и конденсированным образованиям в структуре верхнемеловых пород Поволжья [7] своеобразные выросты на поверхности скелетов губок и выявленные закономерности в их расположении привлекли наше внимание. Помимо интерпретаций морфофункционального предназначения и роли почкообразных выростов в формировании скелетных форм губок не менее интересной оказалась значимость их сохранности именно на теле родительской формы.

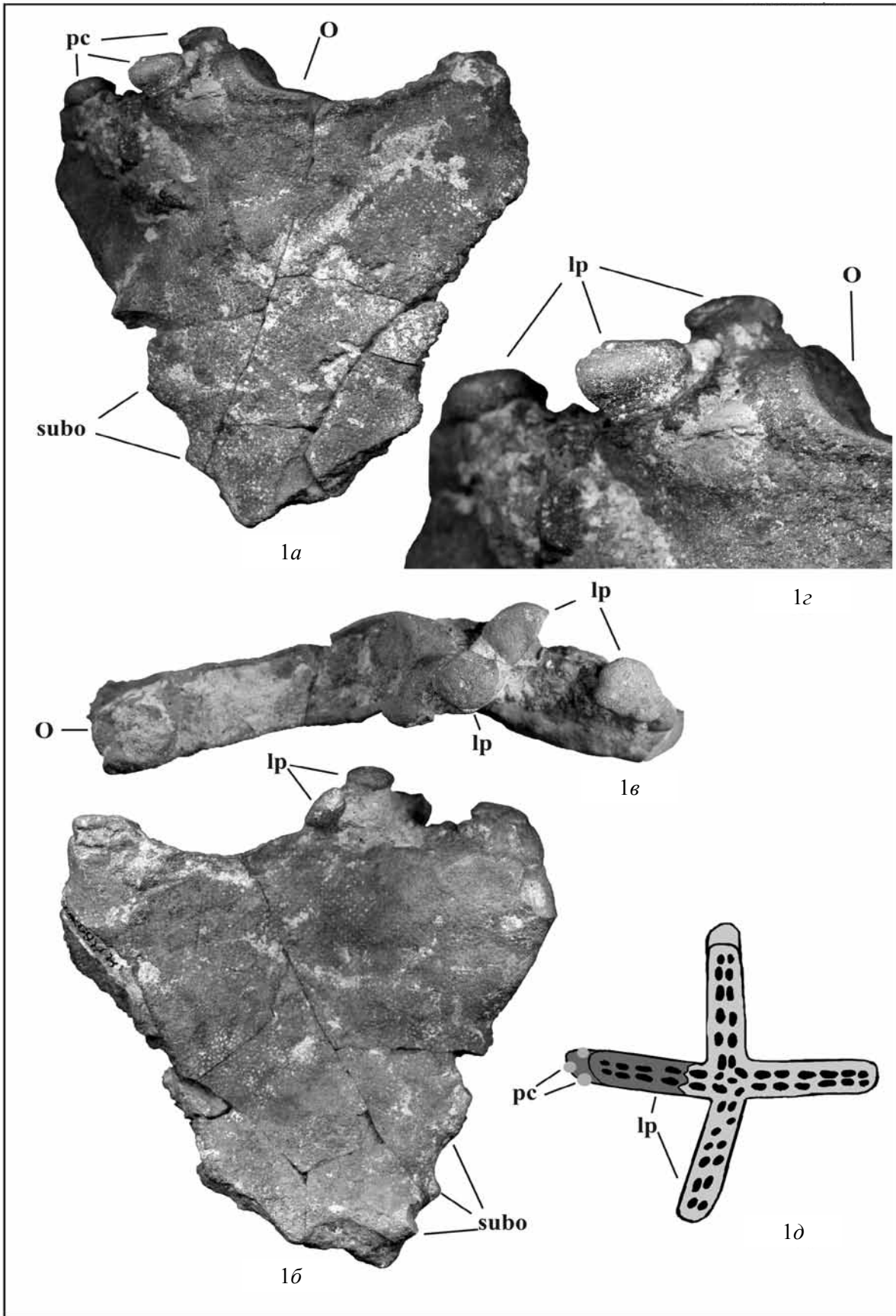
Практически все рассмотренные остатки скелетных форм кремниевых губок – гексактинеллид (см. приложение, фототабл. I–IX) фосфатизированы, порой в значительной степени. Некоторые из них впоследствии подверглись разрушению при транспортировке по поверхности осадка, частично растворены, фрагментированы или окатаны. В данном случае важно отметить, что процесс почкования у форм, достигших фазы активного размножения, был в достаточной мере кратким. Другими словами, по-видимому, процесс выделения почки и ее отделения от родительской формы был кратковременным и занимал по времени от нескольких часов до суток.

Таким образом, можно предположить, что причиной гибели, непосредственной или косвенной, рассматриваемых форм губок могло послужить отравление этих эпибентосных сессильных сестонофагов фосфатными соединениями и/или цементацией их ирригационной системы данными соединениями. Процесс насыщения фосфатными соединениями поверхности осадка, фосфатизации расположенных на и над поверхностью осадка раковин, скелетов беспозвоночных, остатков морских позвоночных происходил достаточно быстро и селективно, в пределах первых часов. Об этом же свидетельствуют наблюдения по сохранности копролитов хрящевых рыб и слепка мозговой коробки представителя авиафауны [7, 8]. Вероятно, идеальная сохранность оскулярной или кортикальной мембраны (см. приложение, фототабл. III, фиг. 2), элементов дермальной и парагастральной скульптуры, а в данном случае – почек (см. приложение, фототабл. I) была предопределена неожиданной мумификацией организмов – фильтраторов и их гибелью при насыщении мягкой ткани и ирригационной системы фосфатными соединениями. Селективная фоссилизация, сгубив часть живых организмов, предоставила их остаткам возможность сохранить свои очертания на протяжении более чем 80 млн лет. Благодаря этому мы знаем о их существовании и о том, какими они были.



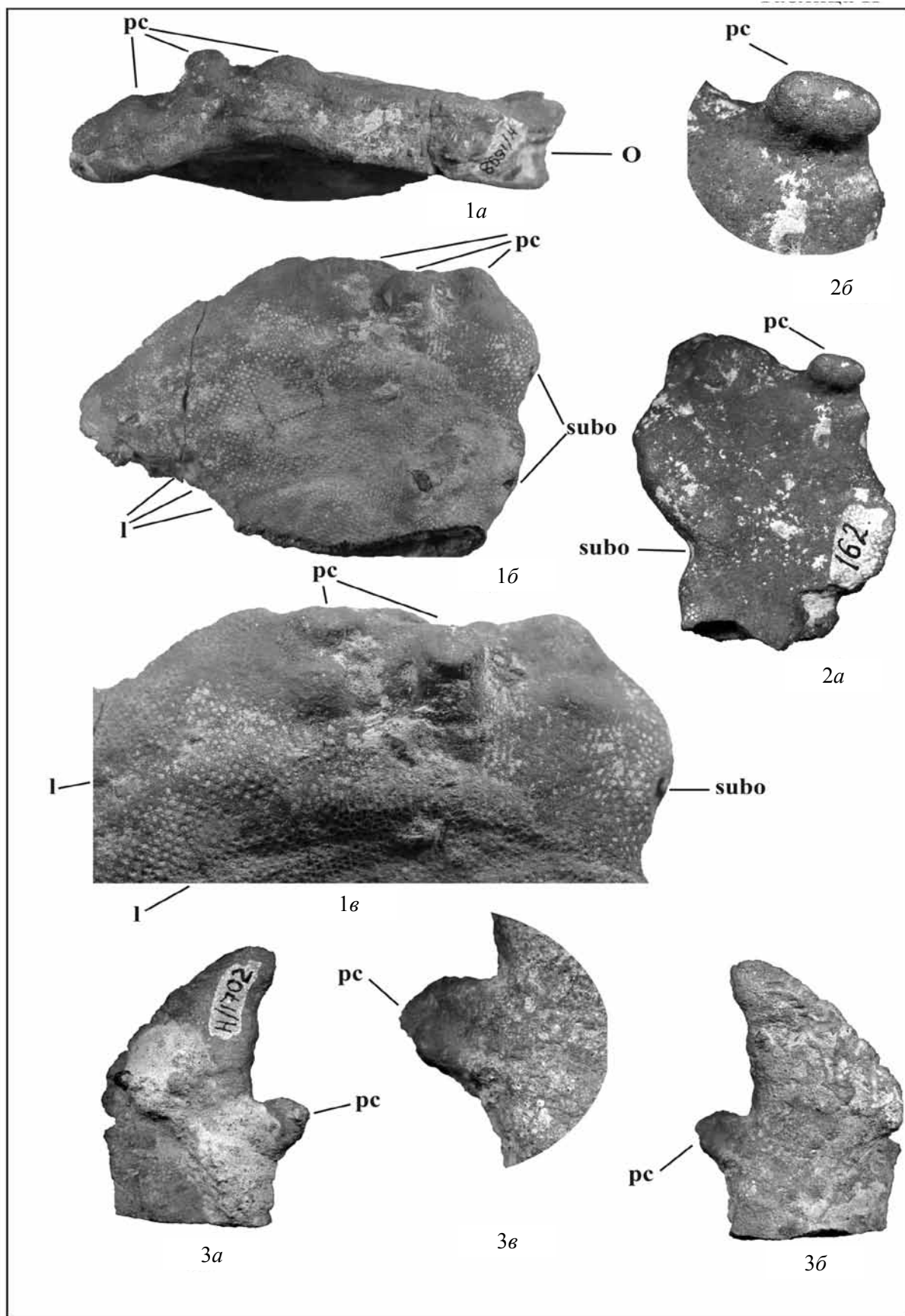
Приложение

Фототаблица I



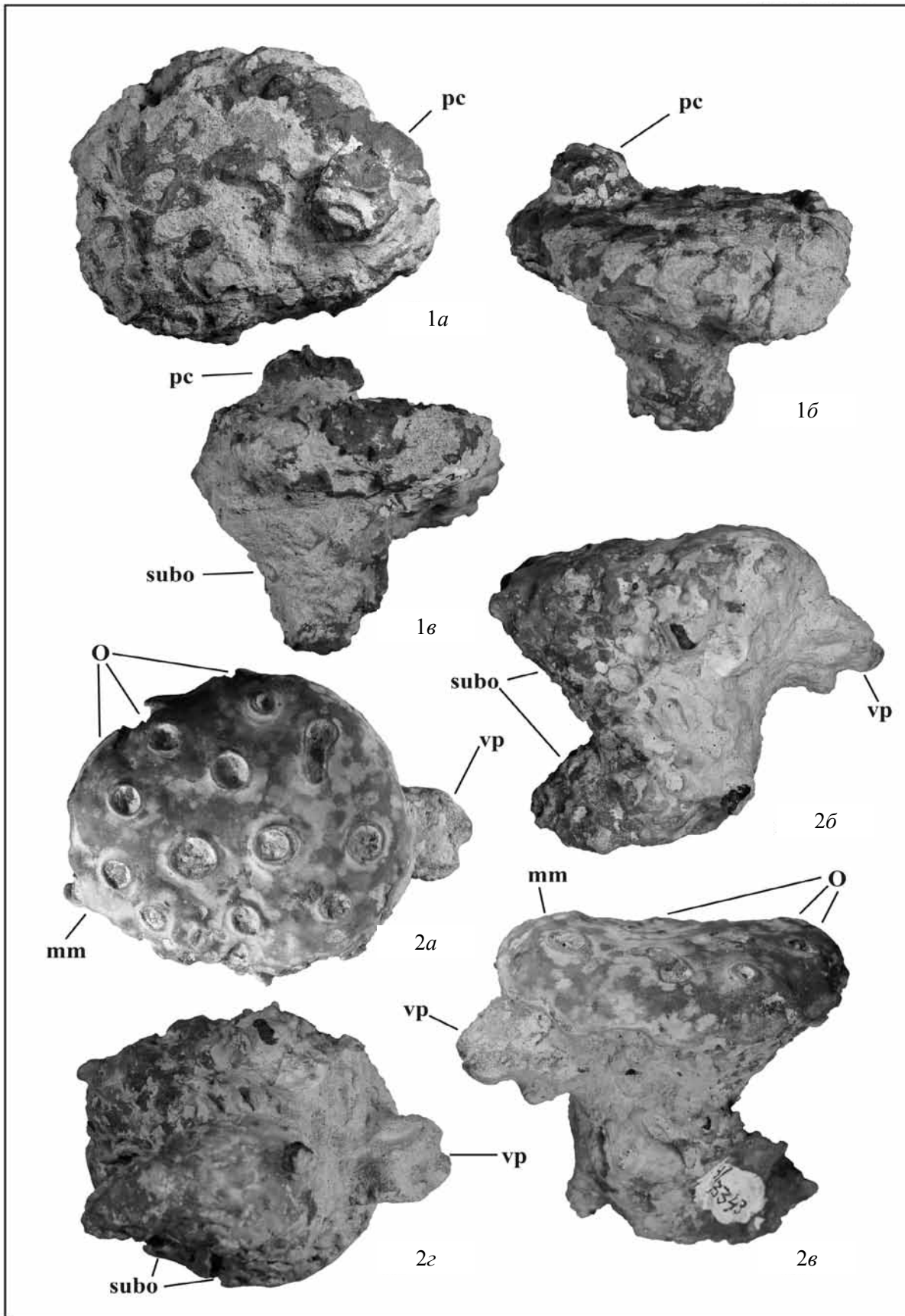


Фототаблица II



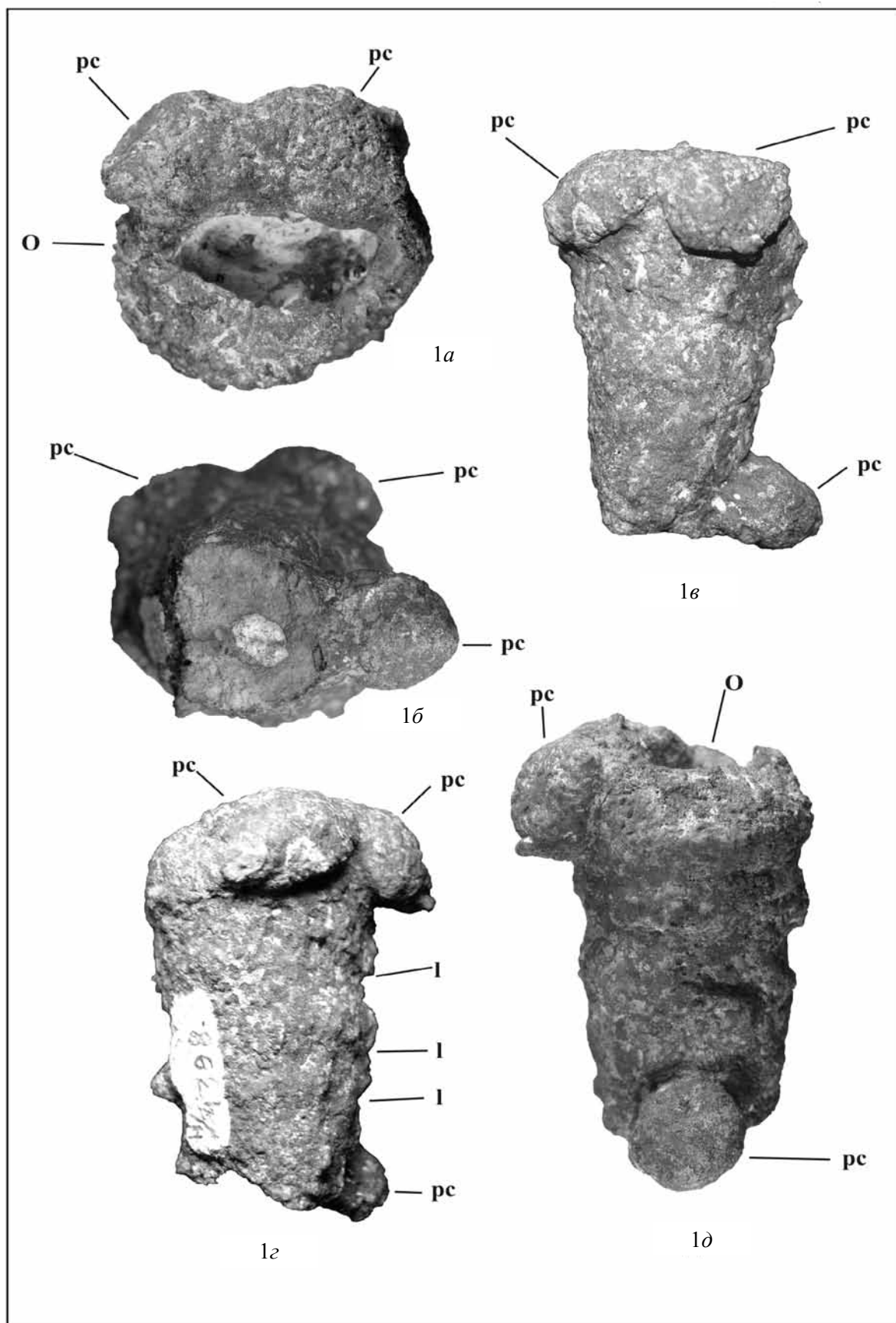


Фототаблица III



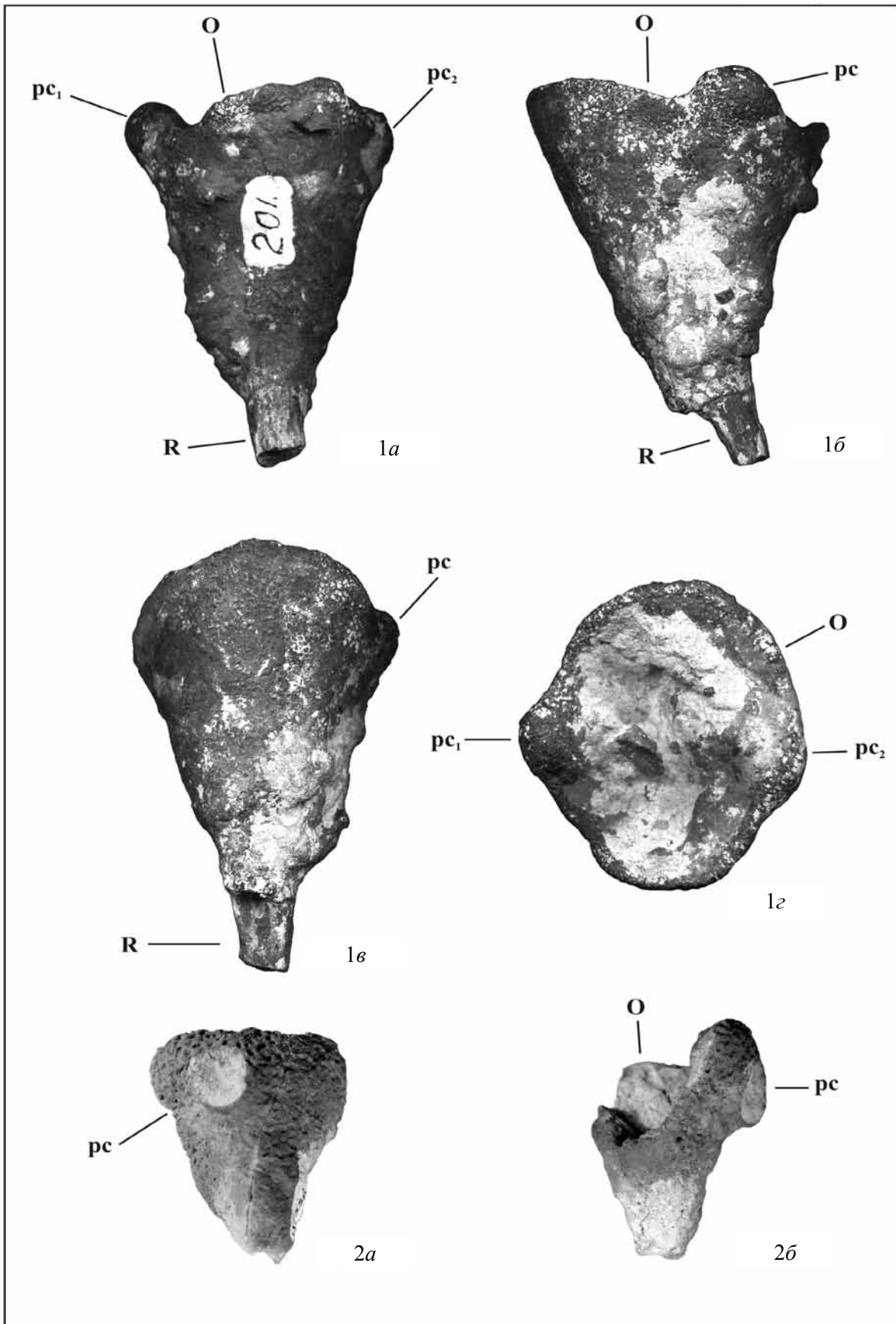


7 Фототаблица IV



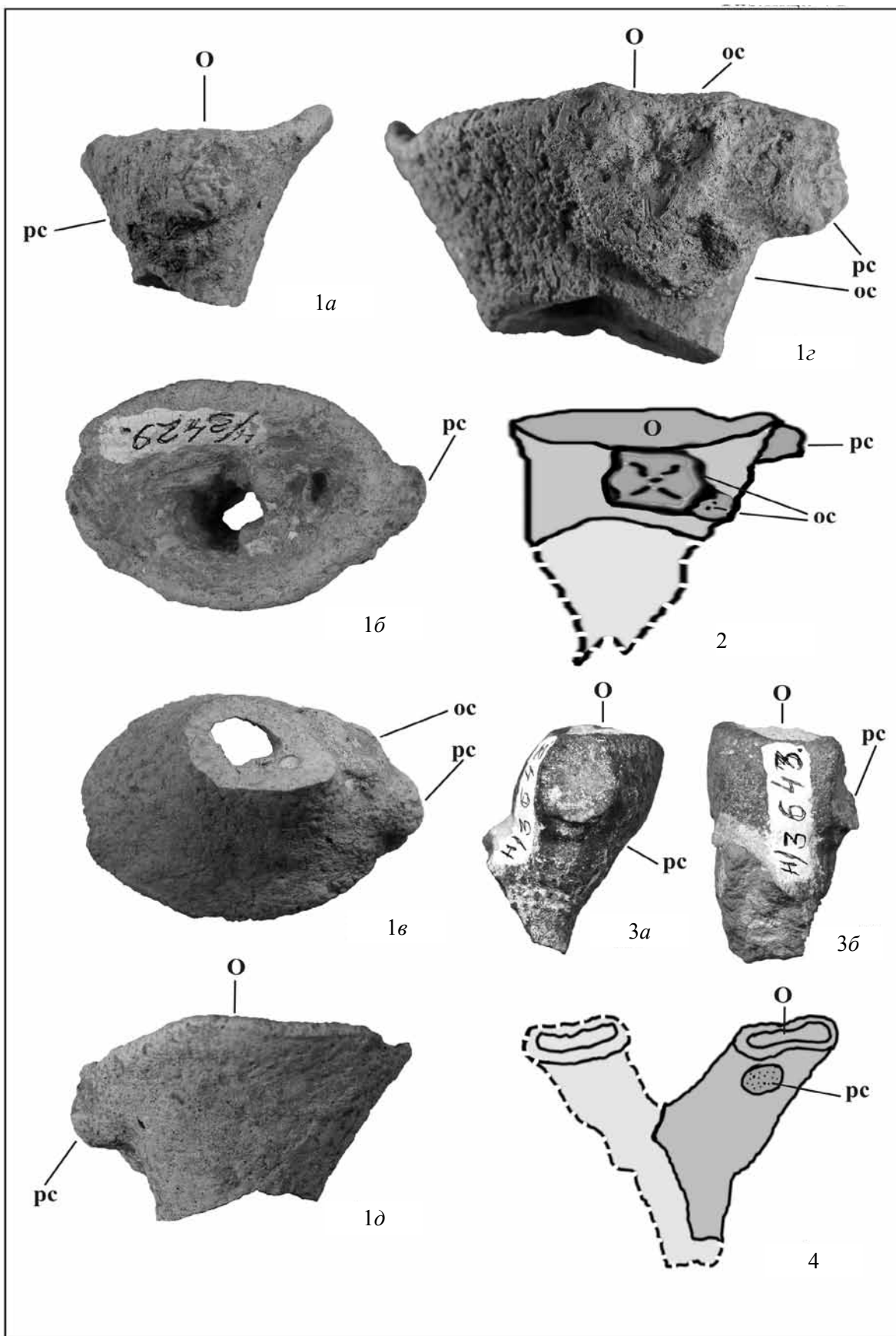


Фототаблица V



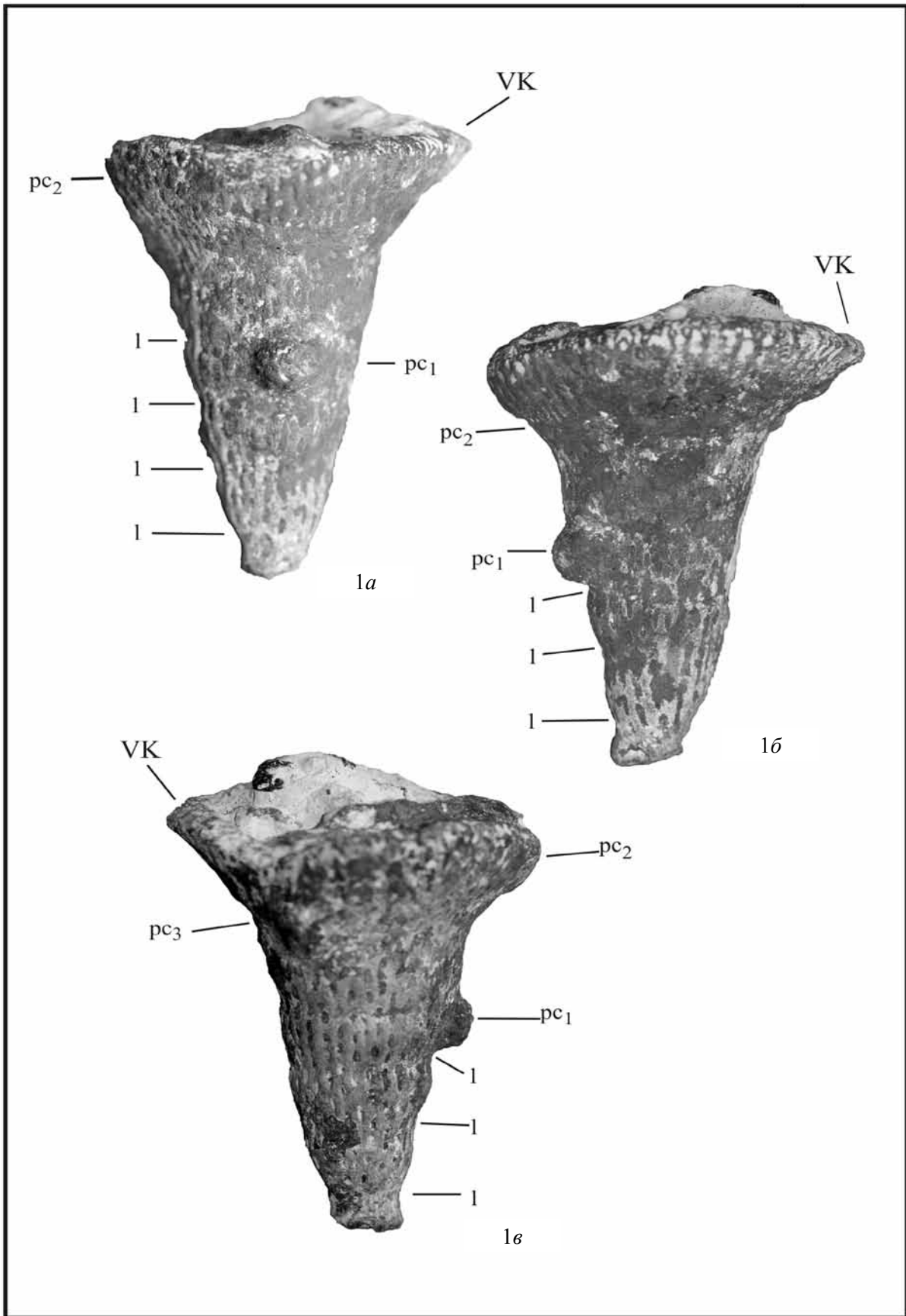


Фототаблица VI



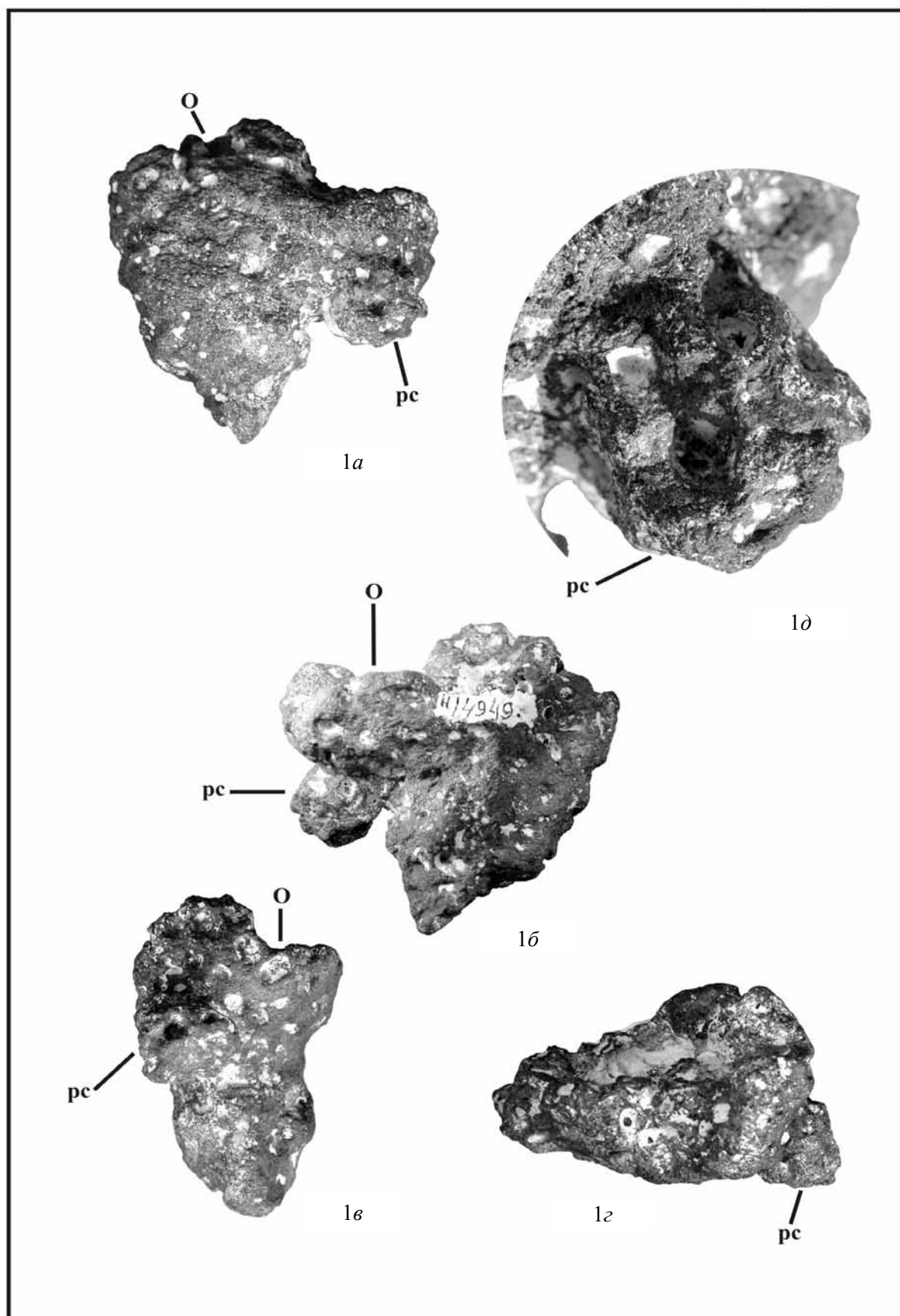


Фототаблица VII



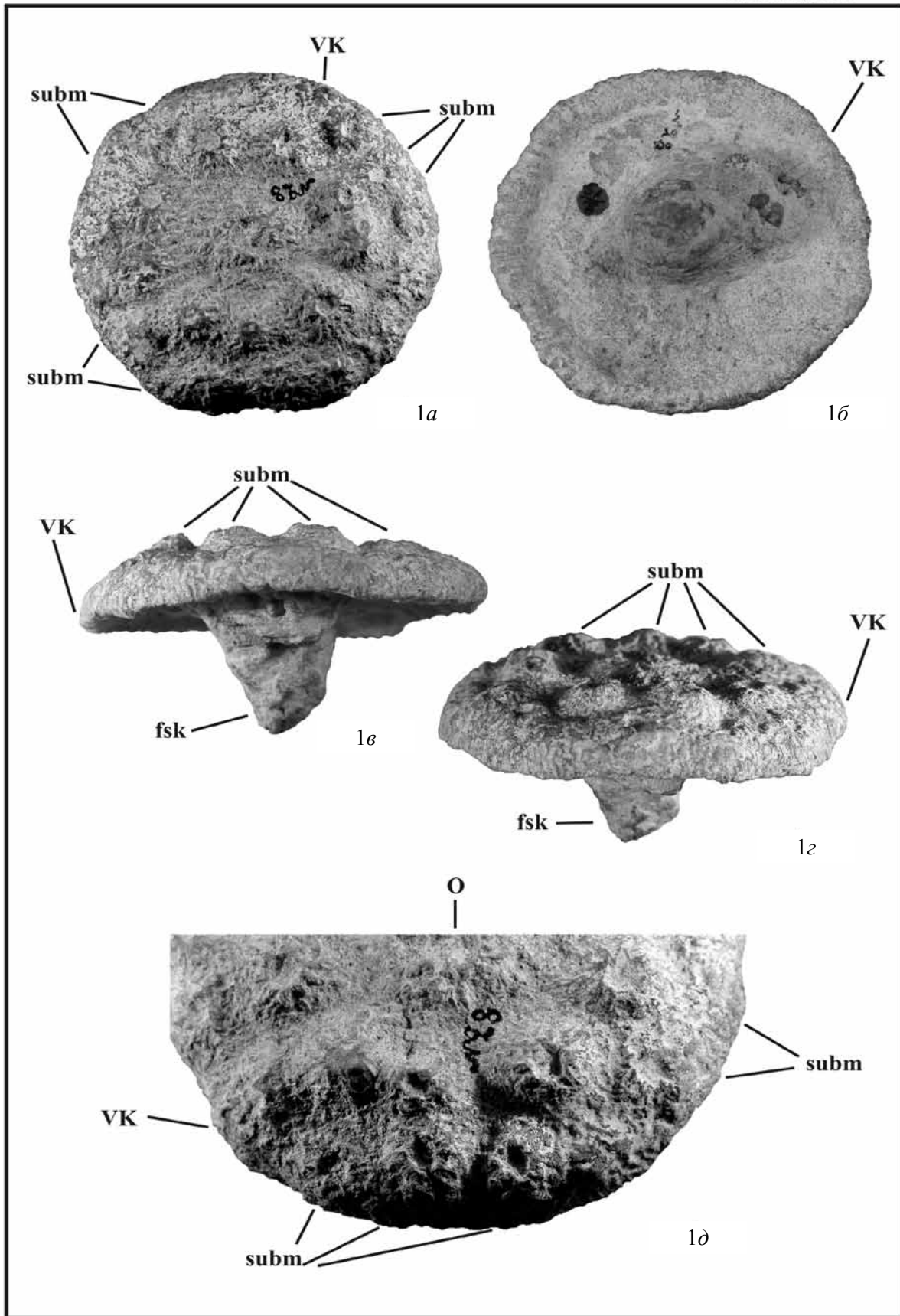


Фототаблица VIII





Фототаблица IX





Библиографический список

1. Первушов Е.М. Прижизненные изменения морфологии скелетных форм позднемеловых гексактинеллид (Porifera) // Результаты общегеологических и палеонтологическо-стратиграфических исследований НИИ геологии и геологического факультета СГУ // Тр. НИИ геологии СГУ им. Н.Г. Чернышевского. Новая серия. 2000. Т. VI. С. 45–54.
2. Первушов Е.М. О модульной организации губок // 200 лет Отечественной палеонтологии: Материалы Всерос. совещания. Москва, 20–22 октября, 2009 г. / РАН, Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка; Под ред. И.С. Барскова, В.М. Назаровой. М., 2009. С. 99.
3. Ересковский А.В. Проблема колониальности, модулярности и индивидуальности губок и особенности их морфогенезов при росте и бесполом размножении // Биология моря. 2003. Т. 29, № 1. С. 3–12.
4. Ересковский А.В. Сравнительная эмбриология губок (Porifera). СПб., 2005. 304 с.

Фототаблица I

Фиг. 1. *Guettardiscyphia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/1697: фрагмент лопасти скелета дефинитивной стадии развития организма, в верхней части, вблизи щелевидного оскулюма – скопление почковидных образований: 1а, 1б – сбоку, с противоположных широких сторон лопасти (х 0,9); 1в – сверху (х 1); 1г – почки, расположенные на апикальном участке лопасти (х 2); 1д – реконструкция скелета губки полной сохранности, вид сверху, и предположительное положение сохранившегося фрагмента лопасти (темно-серый оттенок).

Местонахождение «Заплатиновка», Саратовская область, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм, оскулярная мембрана разрушена; рс – тело почки; лр – лопасть; subo – субоскулюм

Фототаблица II

Фиг. 1. *Guettardiscyphia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/1698 (х 1): фрагмент лопасти: 1а – сверху; 1б – сбоку, на широкую поверхность лопасти; 1в – положение почковидных образований в верхней части лопасти (х 2).

Местонахождение «Заплатиновка», Саратовская область, нижний сантон.

Фиг. 2. *Guettardiscyphia sp. ind.* Экз. СГУ, № 121/162: фрагмент лопасти: 2а – сбоку, на широкую поверхность лопасти (х 1); 2б – строение почковидного образования (х 3).

Местонахождение Саратов, карьер завода силикатного кирпича, нижний сантон.

Фиг. 3. *Guettardiscyphia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/1702: фрагмент лопасти: 3а, 3б – с противоположных сторон лопасти (х 1); 3в – строение почковидного выроста (х 2).

Местонахождение «Усиевича», Саратовская область, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм, оскулярная мембрана разрушена; рс – тело почки; л – линия пережима; subo – субоскулюм.

Фототаблица III

Фиг. 1. *Tremabolites ex. gr. megastoma (Roemer, 1841)*. Экз. СГУ, № 122/3553 (х 0,8): 1а – сверху; 1б, 1в – сбоку, со смежных сторон.

Местонахождение «Заплатиновка», Саратовская область, нижний сантон.

5. Первушов Е.М. Позднемеловые скелетные гексактинеллиды России: В 2 ч. Ч. 2. Морфология и уровни организации. Семейство Ventriculitidae (Phillips, 1875), partim; семейство Coeloptychiidae Goldfuss, 1833 – (Lychniscosa); семейство Leptophragmidae (Goldfuss, 1833) – (Hexactinosa) / Отв. ред. д-р геол.-минерал. наук В.Г. Очев. Саратов, 2002. 274 с. (Тр. НИИ геологии СГУ им. Н.Г. Чернышевского. Новая серия. Т. XII).

6. Первушов Е.М. Позднемеловые вентрикулитидные губки Поволжья // Тр. НИИ геологии СГУ. 1998. Т. 2. 168 с.

7. Первушов Е.М., Очев В.Г., Иванов А.В., Янин Б.Т. Палеоэколого-биостратиграфическая характеристика туронского фосфоритового горизонта в районе г. Жирновска (Волгоградская область) // Проблемы изучения биосферы: Избр. тр. Всерос. науч. конф. Саратов, 1999. С. 82–103.

8. Курочкин Е.Н., Савельев С.В., Постнов А.А., Первушов Е.М., Попов Е.В. Головной мозг примитивной птицы из верхнего мела европейской части России // Палеонтологический журнал. 2006. № 6. С. 69–80.

Фиг. 2. *Tremabolites ex. gr. megastoma (Roemer, 1841)*.

Экз. СГУ, № 122/3343 (х 0,8): 2а – сверху; 2б, 2в – сбоку, с противоположных сторон; 2г – снизу.

Местонахождение «Александровка-01», Саратовская область, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм, mm – кортикальная мембрана, рс – тело почки, subo – субоскулюм, вр – почкообразный вырост.

Фототаблица IV

Фиг. 1. *Microblastium sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/4398: 1а – сверху (х 1), 1б – снизу (х 0,8), 1в, 1г – сбоку, со смежных сторон (х 0,8); 1д – сбоку, на почковидное образование в нижней части скелета (х 1).

Местонахождение «Куриловка», Саратовская область, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм, рс – тело почки, л – линия пережима.

Фототаблица V

Фиг. 1. *Sporadoscinia (?) decheni (Goldfuss, 1833)*.. Экз. СГУ, № 121/201 (х 0,8): 1а, 1в – сбоку, с противоположных, узких сторон бокала; 1б – сбоку, с широкой стороны бокала; 1г – сверху.

Местонахождение Саратов, карьер завода силикатного кирпича, нижний сантон.

Фиг. 2. *Sporadoscinia stellata (Schrammen, 1902)*.. Экз. СГУ, № 122/1338 (х 1): 2а – сбоку, с широкой стороны бокала, на месторасположение фрагментированной почки; 2б – сбоку, с узкой стороны бокала.

Местонахождение «Усиевича», Саратовская область, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм; R – ризоидообразный стержень скелета; рс (р₁, р₂) – тело почки.

Фототаблица VI

Фиг. 1. *Lepidospongia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/3429 (х 1): фрагмент верхней части бокала: 1а – сбоку, на почковидное образование вблизи верхнего края по узкой стороне бокала; 1б – сверху; 1в – снизу; 1г – сбоку, на широкую сторону бокала, в верхней части прослеживаются два крайтера отделившихся почек (х 1,4); 1д – с противоположной широкой стороны бокала (х 1).

Местонахождения Багаевка, Саратовская область, нижний сантон.



Фиг. 2. *Lepidospongia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/3429: реконструкция облика скелета: сохранившаяся часть скелета выполнена темно-серым, почка и кратеры – более темным оттенком. Отсутствующая часть скелета показана пунктиром и светло-серым фоном.

Фиг. 3. *Paracraticularia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/3643 (x 1): фрагмент верхней части дихотомирующих ветвей скелета: 3а – с широкой стороны ветви, на фрагментированное основание почковидного образования; 3б – с узкой стороны.

Местонахождение Саратов, Лысая гора, нижний сантон.

Фиг. 4. *Paracraticularia sp. ind.* Экз. СГУ, № 122/3429: реконструкция облика скелета, сохранившаяся часть выполнена темно-серым, основание фрагментированной почки – более темным оттенком. Отсутствующая часть скелета показана пунктиром и светло-серым фоном.

Условные обозначения: О – оскулюм, сс – кратер отделившейся почки; рс – тело почки.

Фототаблица VII

Фиг. 1. *Ventriculites ocreaceus Perv., 1998.* Экз. СГУ, № 121/2657 (x 1): 1а – сбоку, на почкообразное образование; 1б, 1в – сбоку, с противоположных сторон бокала.

УДК 551.578.4+502.7

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СНЕГОВОЙ СЪЕМКИ ЛОКАЛЬНОГО УЧАСТКА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВА

М.В. Решетников, Л.В. Гребенюк¹, Т.Д. Смирнова²

Саратовский государственный университет,
лаборатория геоэкологии кафедры геоэкологии
E-mail: rnv85@list.ru,

¹кафедра охраны окружающей среды и безопасности жизнедеятельности

²кафедра аналитической химии
E-mail: smirnovatd@mail.ru

Представлены результаты исследований химического состава снегового покрова локального участка Саратова. Установлено, что по определяемым компонентам состав талой воды соответствует требованиям, предъявляемым к водам рыбных хозяйств, за исключением содержания азота аммония. Сделаны выводы о перспективности проведения снегомерных съемок в рамках локальных участков. Подобные работы играют важную роль в образовательном процессе студентов, обучающихся по специальностям экологических направленностей.

Ключевые слова: снеговой покров, химическое загрязнение, локальный участок.

Results of the geochemical snow Survey for a local Area of the Territory of the Saratov City

M.V. Reshetnikov, L.V. Grebenuk, T.D. Smirnova

Results of the chemical snow survey for a local area of the territory of the Saratov city are presented. It is fixed that composition of water from melted snow is corresponding to water qualitative for fish farming, except of content of nitrogen ammonium. Conclusions on per-

Местонахождение с. Пудовкино, Саратовская область, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм, VK – верхний край; 1 – линия пережима; рс₁ – рс₂ – предполагаемые тела почек.

Фототаблица VIII

Фиг. 1. *Eurete sp.* Экз. СГУ, № 122/4949 (x 0,6): 1а, 1б – сбоку, с противоположных широких сторон; 1в – сбоку, с узкой стороны бокала, на почкообразный вырост; 1г – сверху; 1д – почкообразный вырост (x 1,8).

Местонахождение «Озерки-03», Саратовская область, нижний сантон.

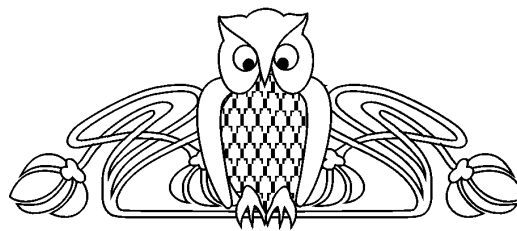
Условные обозначения: О – оскулюм; рс – тело почки.

Фототаблица IX

Фиг. 1. *Contubernium ochevi Perv., 1998.* Экз. СГУ, № 28 (x 0,75): скелет полной сохранности: 1а – сверху; 1б – снизу; 1в – сбоку; 1г – вид по диагонали сверху; 1д – половина верхней части скелета с оскулюмом в центре, субмодули расположены в два ряда по периферии (x 1,5).

Местонахождение Саратов, нижний сантон.

Условные обозначения: О – оскулюм, VK – верхний край, fsk – основание скелета, subm – субмодуль.



spectives of snow survey of local areas are proposed. Similar works has an important role in educational process of students, studying ecological disciplines.

Key words: snow blanket, chemical pollution, local area.

Введение

Снеговой покров является исключительно благоприятным объектом при изучении загрязнения природной среды, так как обладает высокой сорбционной способностью. Химический состав снегового покрова формируется под влиянием ряда факторов: поступления различных химических примесей вместе с выпадающими атмосферными осадками, поглощения снегом газов из воздуха и оседания из атмосферы твердых частиц, взаимодействия снегового покрова с земной поверхностью (почвенно-растительным покровом). Несомненно, существенное влияние на химический состав снега оказывает деятельность человека. Геохимическая информация сохраняется в снеговом покрове в течение всего периода снегостояния [1].

Долгое время снег изучался только как один из видов атмосферных осадков. Как показал И.М. Осокин [2], химический состав снега как атмосферных осадков и толщи снежного покрова отличается разнообразием ингредиентов и их количественным содержанием. Первые геохимические исследования снегового покрова на территории



Российской Федерации были начаты около 60 лет назад [3]. В последнее десятилетие геохимическое изучение снежного покрова все больше привлекает внимание ученых и успешно используется для индикации техногенного загрязнения.

Первые геохимические исследования снегового покрова на территории Саратова проводились в рамках комплексной программы «Экологический мониторинг г. Саратова» (ЭМоС) в 1992 г. и 1994 г. в лаборатории урбоэкологии СГУ под руководством В.З. Макарова, в 1997 г. и 1999 г. работа была продолжена сотрудниками лаборатории геоэкологии СГУ под руководством Э.А. Молоствовского. Отбор проб в эти годы проводился практически на всей территории города, со средней плотностью одна проба на один квадратный километр, при общем объеме порядка 500 проб. Этими работами на территории Саратова было выявлено очаговое загрязнение снегового покрова тяжелыми металлами, сульфатами, хлоридами, нитратами и рядом других поллютантов. Намечались конфигурация и структура техногенного геохимического поля города и особенности пространственного распространения основных загрязнителей в его пределах.

В настоящее время встал вопрос о характере дальнейших снегомерных исследований, и в частности целесообразности массового опробования всей городской территории с большими объемами дорогостоящих аналитических работ. Возникло вполне обоснованное сомнение в том, что информативность массовых данных вряд ли соответствует затратам на их получение, поскольку в значительной части проб снегомерных съемок 1992–1999 гг. концентрации загрязнителей мало отличались от их фоновых значений и не превышали ПДК [4]. Необходимость уменьшения объемов работ и их удешевления стала вполне очевидной.

В 2005 г. профессором Э.А. Молостровским было предложено проводить на базе лаборатории геоэкологии СГУ регулярные снегомерные съемки на локальных участках городской территории в рамках практических занятий студентов-геоэкологов. В зимний период 2005/06 учебного года была проведена первая межвузовская студенческая снегомерная съемка, в работе которой принимали участие студенты химического и геологического факультетов СГУ и студенты СГТУ. Опираясь на результаты съемок предыдущих лет, на территории города были выделены 6 локальных полигонов, на которых было отобрано 88 проб. В талой воде определялись содержание нитратов, нитритов, гидрокарбонатов, рН, жесткость. Для каждого полигона построен ряд карт распределения определяемых компонентов. Результаты данной работы были озвучены в докладах студентов на 7-й Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов «Геологи 21 века» и опубликованы в сборнике материалов [5].

Следующая снеговая съемка была осуществлена в зимний период 2007–2008 гг., исследования по ряду причин проводились только на одном полигоне. В талых водах определяется более широкий ряд загрязнителей: азот аммония, нитраты, хлориды, сульфаты, общий фосфор, сухой остаток и рН. В зимний период 2008–2009 гг. было проведено повторное обследование снегового покрова на территории этого же полигона. Результаты геохимических снеговых съемок последних лет локального участка Саратова представлены в данной работе.

Характер загрязнения воздушного бассейна Саратова

Саратов как крупный промышленный город оказывает существенное воздействие на приземный слой атмосферы. Основными источниками загрязнения атмосферы являются химическое производство, производство нефтепродуктов, электроэнергетики и газа, а также автотранспорт.

Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников промышленных предприятий и автотранспорта в 2008 г. составил 144,040 тыс. т (в 2007 г. – 140,896 тыс. т). При этом выбросы от стационарных источников промышленных предприятий составили 20,994 тыс. т. Таким образом, вклад автотранспорта в суммарный выброс по Саратову составил 85,4%. По данным Управления ГИБДД ГУВД по Саратовской области, на территории города в 2008 г. зарегистрировано 249 тыс. единиц автотранспорта, из них 85% – легковые автомобили, 15% – грузовые автомобили и автобусы [4].

В 2008 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризовался как очень высокий: расчетная величина индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) составила 16,97 (в 2007 г. – 21,2, в 2006 г. – 22,65, в 2005 г. – 28,73). Основными загрязняющими веществами являются взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, фенол и формальдегид [4]. Даже при ежегодном снижении расчетной величины индекса загрязнения атмосферы за счет спада промышленного производства состояние воздушного бассейна Саратова оценивается областным комитетом охраны окружающей среды и природопользования как критическое и требует принятия неотложных мер.

Загрязнение атмосферы находится в тесной взаимосвязи с метеорологическими условиями. В отдельные периоды, когда неблагоприятные метеорологические условия способствуют накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, концентрации примесей в воздухе могут резко возрастать. М.Е. Берлянд [6] к таким параметрам относит приземные инверсии, штили, слабый ветер неблагоприятных направлений в сочетании с приземной инверсией. Э.Ю. Безуглая и Л.Р. Сонькин [7] также отмечают застой воздуха и



устойчивый ветер с направлениями от источников загрязнения как наиболее опасные метеорологические ситуации, приводящие к повышенному загрязнению воздуха.

Обе эти ситуации весьма характерны для Саратова. В течение 2008 г. в городе были зафиксированы 83 дня с неблагоприятными метеоусловиями. Ситуация усугубляется расположением центральной части города в Приволжской котловине, где наряду с историческим центром располагаются старейшие промпредприятия. Южная часть города представлена крупными промышленными гигантами – ОАО «Саратовский нефтеперерабатывающий завод», ООО «Саратоворгсинтез». В северо-западной части Саратова сосредоточены крупные предприятия металлообработки и машиностроения. Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в Саратове северо-западного, западного и южного ветра. Средняя годовая скорость ветра в городе равна 2,8 м/с. Таким образом, на территории Саратова складывается крайне неблагоприятная обстановка, преобладающие направления ветра приносят воздух из самых технонагруженных участков города в его центральную селитебную часть.

Выбор локальных полигонов для проведения снеговой геохимической съемки обусловлен рядом факторов: геоморфологической позицией участка, метеорологическими особенностями, техногенной

нагрузкой на данной территории. Кроме этого на выбор конфигурации и размеров полигонов повлиял анализ результатов снеговых геохимических съемок 1992–1999 годов. В 2005 г. для проведения съемки были околтурены шесть участков городской территории, расположенные в Кировском, Фрунзенском, Октябрьском и Заводском районах Саратова. В последующие годы снеговая съемка проводилась лишь на одном полигоне, расположенном в центральной части города (рис. 1). Контур участка: ул. Кутякова, ул. Степана Разина и ул. Новоузенская. С северо-западной стороны граница условно проведена по склону Лысогорского плато. На данной территории расположены как мало- и многоэтажные жилые здания, так и промышленные предприятия (ОАО «Электросточник»). Район исследования пересечен густой сетью автотрасс, железнодорожной магистралью и подъездными путями станции Саратов-1.

В данной статье приводятся результаты снеговых геохимических съемок, проведенных на данном полигоне в разные годы.

Методика исследований

Изучение снегового покрова на исследуемом полигоне проводилось с целью выявления поля воздействия совокупного влияния промышленных

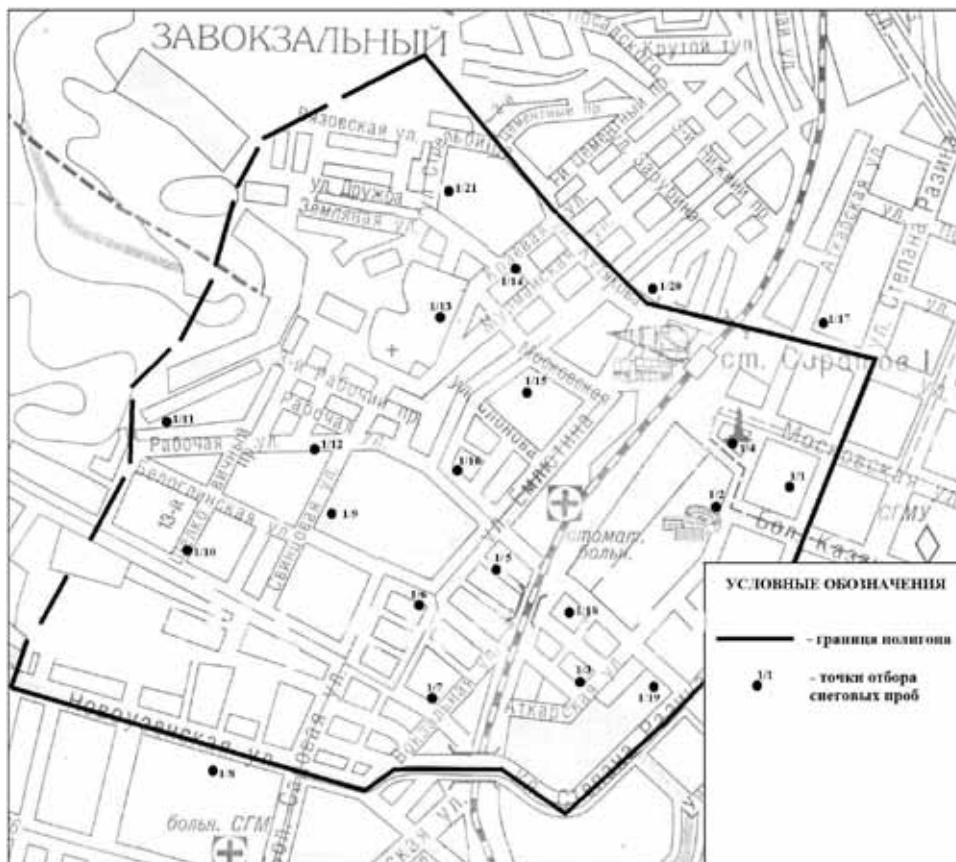


Рис. 1. Территория полигона с рекомендуемыми точками отбора проб снегового покрова



выбросов города и подтверждения ранее установленных аномалий. Проведение геохимической съемки в течение нескольких зимних сезонов позволяет проследить динамику содержания отдельных компонентов в снеговом покрове.

Важным методическим вопросом является размещение пунктов опробования. Отбор проб проводился на участках, которые визуально не подвергались антропогенному воздействию и удалены от автодорог: в пределах палисадников, аллей, во дворах частных и многоэтажных домов. Для отбора проб применялся весовой снегомер ВС-43, который вертикально вжимался в толщу снежного покрова до поверхности почвы. Нижняя часть снеговой колонки (0,5–1 см), загрязненная почвенными частицами, отсекалась, вся остальная колонка снега вытаскивалась из трубки; отбиралась средняя проба методом конверта на площади приблизительно 10 м² и состояла из 20–25 колонок снега [8]. Определялась мощность снегового покрова, подсчитывались его плотность и влагозапас. На каждой точке отбора проводилось краткое описание ландшафтных и геоэкологических условий. В 2005–2006 гг. на территории полигона были отобраны 16 проб, в 2007–2008 – 20 проб, а в 2008–2009 – 16 проб. Для определения фоновых значений по различным показателям проводился отбор проб за пределами города, в районе с. Усть-Курдюм (Саратовский район).

Растапливались пробы снега в течение суток в замкнутом помещении при температуре 22–25°C. Затем талая вода очищалась через фильтр с синей лентой и разливалась по полиэтиленовым бутылкам с прикрепленными к ним сопроводительными этикетками. Объем каждой пробы составил 1,5–2,5 литра.

Сразу же после таяния и фильтрования определялся макрокомпонентный состав воды в

соответствии с руководством «Унифицированные методы анализа воды» в лаборатории геоэкологии и экологической геохимии геологического факультета и на кафедре аналитической химии химического факультета СГУ. В разные годы определялись следующие ингредиенты: рН, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻, HCO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺,

Результаты химических исследований

Водородный показатель (рН). Водородный показатель талой воды снегового покрова измерялся при проведении всех снегомерных съемок. На территории полигона в отобранных пробах рН варьирует от 6,6 до 7,7 (2005–2006 гг.), от 5,1 до 7 (2007–2008 гг.) и от 6,3 до 8,1 (2008–2009 гг.). Для фоновых проб характерен рН = 6,1 (2005–2006 гг.), 6,3 (2007–2008 гг.) и 6,2 (2008–2009 гг.). При обследовании 1997 г. фоновое значение рН было на уровне 5,8. Сравнение результатов рН фоновых и городских проб свидетельствует о более щелочном характере снегового покрова на исследуемой территории. Из анализа графиков распределения рН разных лет можно сделать вывод о некотором увеличении значений водородного показателя в зимний период 2008–2009 гг. (рис. 2).

Согласно СанПиН 2.1.4.1074–01 предельно допустимые значения водородного показателя могут изменяться от 6 до 9 единиц, что, в общем, указывает на соответствие талых вод нормативным требованиям.

Азот аммония (NH₄⁺). Ионы аммония определялись только в зимний период 2007–2008 гг. и были обнаружены во всех анализируемых пробах. Концентрация азота аммония колеблется от 0,01 до 3,61 мг/л и в среднем для исследуемого участка составляет 1,1 мг/л (рис. 3).

Согласно СанПиН 2.1.4.1074–01 предельно допустимая концентрация содержания азота

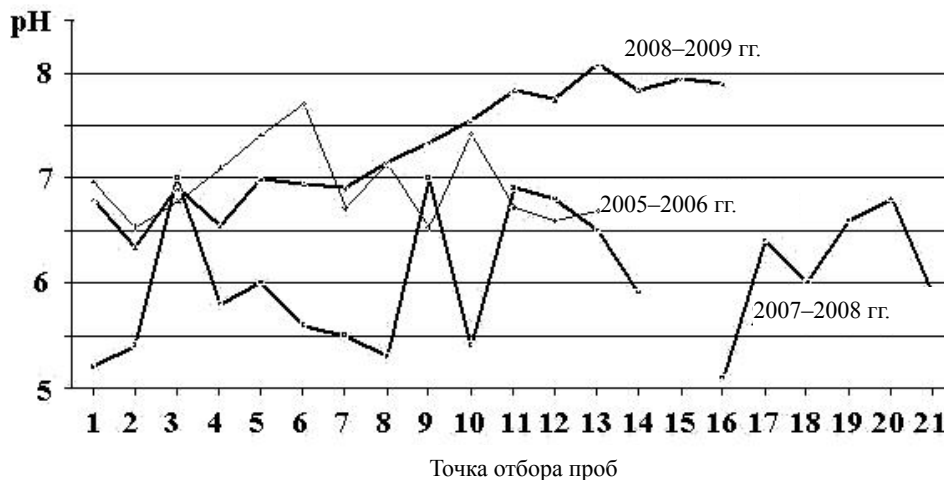


Рис. 2. График значений рН талой воды в точках отбора снеговых проб в разные годы исследований

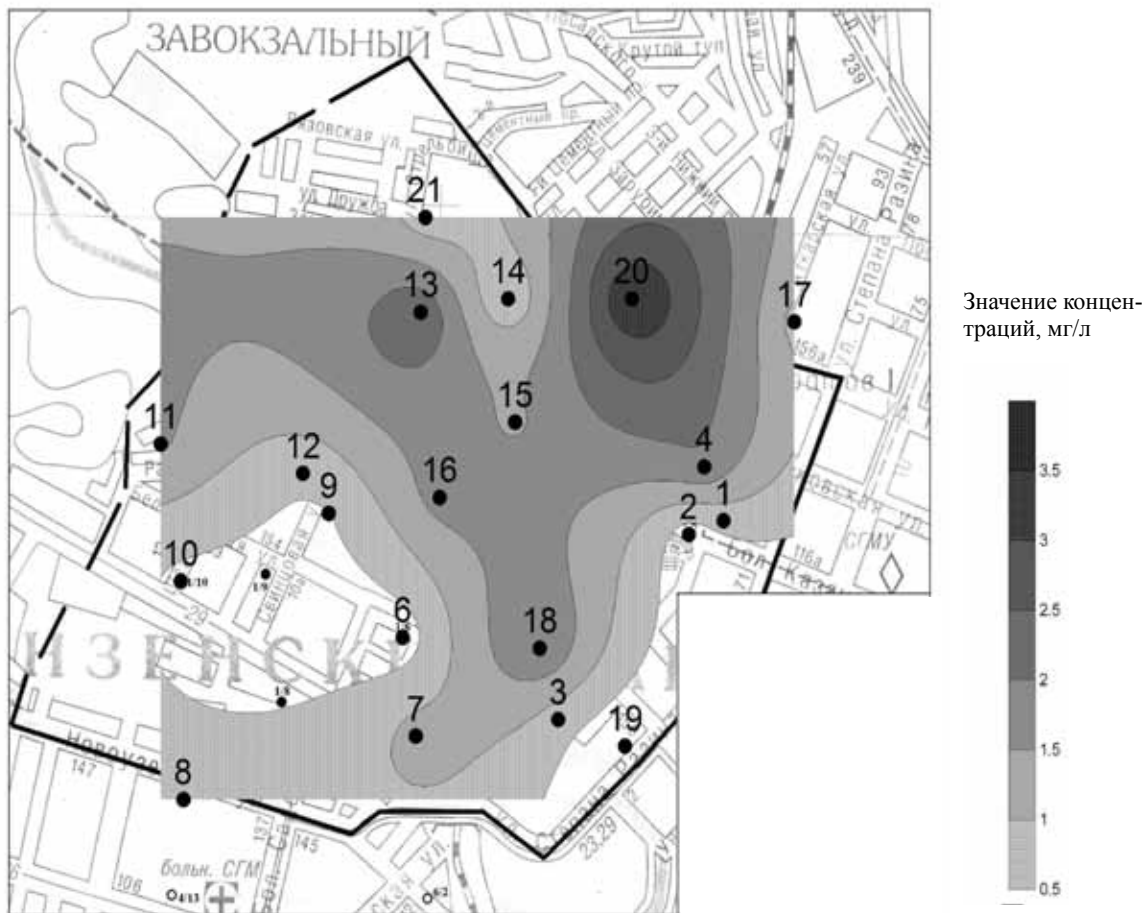


Рис. 3. Карта-схема распределения ионов аммония в снеговом покрове исследуемого участка

аммония в водах рыбных хозяйств составляет 0,5 мг/л. Только в 6 из 20 проб значение ПДК не превышено (точки отбора 2, 6, 9, 14 и 19). Во всех остальных пробах зарегистрировано превышение ПДК от 1,2 до 7,2 раз. Наибольшая концентрация азота аммония зафиксирована во дворе жилого дома, расположенного на перекрестке ул. Кутякова и Б. Садовая. Большинство проб с повышенным содержанием азота аммония пространственно приурочены к железнодорожным путям ст. Саратов–I.

Важно отметить, что токсичность азота аммония возрастает с повышением pH среды, а по данным определения pH на исследуемой территории идет именно увеличение кислотно-щелочного потенциала.

Нитриты (NO_2^-). Нитриты определялись в 2 зимних сезонах и были обнаружены практически во всех исследуемых пробах в концентрации от 0,06 до 0,44 мг/л (2005–2006 гг.) и от 0,1 до 0,7 мг/л (2007–2008 гг.). Наблюдается рост содержания нитритов во всех исследуемых точках отбора. Наибольшие концентрации нитритов (по последним данным) зарегистрированы в точках отбора 9 и 12 (рис. 4). Превышение над фоновыми значениями (0,03 мг/л) составляет от 2 до

23 раз, но ни в одной пробе не зафиксированы значения, превышающие ПДК (согласно Сан-ПиН 2.1.4.1074–01, предельно допустимая концентрация содержания нитритов в водах рыбных хозяйств составляет 3,0 мг/л).

Хлориды (Cl^-). Концентрация хлоридов в исследуемых пробах изменяется в широком диапазоне – от 3,5 до 177 мг/л (2007–2008 гг.) и от 10,7 до 213 мг/л (2008–2009 гг.). Фоновое значение составляет приблизительно 8,1 мг/л, соответственно максимально оно превышает в 22 (в 2007–2008 гг.) и 26 раз (в 2008–2009 гг.). Анализ результатов позволяет сделать вывод о возрастании концентрации хлоридов в пробах 2008–2009 гг. по сравнению с предыдущим годом отбора снеговых проб в 1,5–6 раз, которая достигает 30-кратного превышения в точке отбора 1 (между корпусами 6 и 7 СГУ) и 46-кратного – в точке отбора 4 на Привокзальной площади.

Предельно допустимая концентрация содержания хлоридов в водах рыбных хозяйств составляет 300 мг/л. На исследуемом участке в пробах талой воды концентрация хлоридов не превышает установленных нормативных показателей, следовательно, по данному показателю она относится к типу чистых.



Сульфаты (SO_4^-). Сульфаты задокументированы в 18 из 20 проб, отобранных в зимний период 2007–2008 годов. Их концентрация колеблется в пределах от 2,3 до 22,7 мг/л, при средних значениях 5,8 мг/л. В сезон 2008–2009 гг. сульфаты были обнаружены во всех 16 отобранных пробах, их концентрация изменялась от 8,0 до 60,0 мг/л, при средних значениях 29,6 мг/л. Несомненно, отмечается существенный рост концентрации сульфатов во всех точках отбора снеговых проб 2008–2009 гг. по сравнению с 2007–2008 годами. (рис. 5). Наибольшие концентрации зафиксированы в пробах 12 и 16 в 2007–2008 гг. и в пробах 1, 5, 10 и 13 в 2008–2009 годах.

Фоновое содержание сульфатов составляет 5,14 мг/л, соответственно максимально оно превышает по сезонам в 4,4 раза (2007–2008 гг.) и 11,6 (2008–2009 гг.). Согласно СанПиН 2.1.4.1074–01 предельно допустимая концентрация содержания сульфатов в водах рыбных хозяйств составляет 100 мг/л. Концентрация сульфатов на исследо-

ванном полигоне не превышает установленных нормативных показателей.

Сухой остаток. Содержание сухого остатка в талых водах (2007–2008 гг.) варьирует от 20 до 180 мг/л. Наибольшее содержание сухого остатка зафиксировано в точках отбора 10 и 18. В подавляющем количестве проб эти значения находятся в пределах 30–60 мг/л. Сопоставляя полученные данные с результатами исследований 90-х гг., можно сделать вывод, что произошло повышение содержания сухого остатка в снеговом покрове. Например, при снегомерной съемке 1997 г. для большей части Саратова были характерны значения в пределах от 20 до 60 мг/л.

Согласно СанПиН 2.1.4.1074–01 предельно допустимая концентрация сухого остатка в водах рыбных хозяйств составляет 1000 мг/л. Таким образом, на исследуемом участке в пробах талой воды содержание сухого остатка не превышает установленных нормативных показателей, следовательно, по данному показателю она относится к типу чистых.

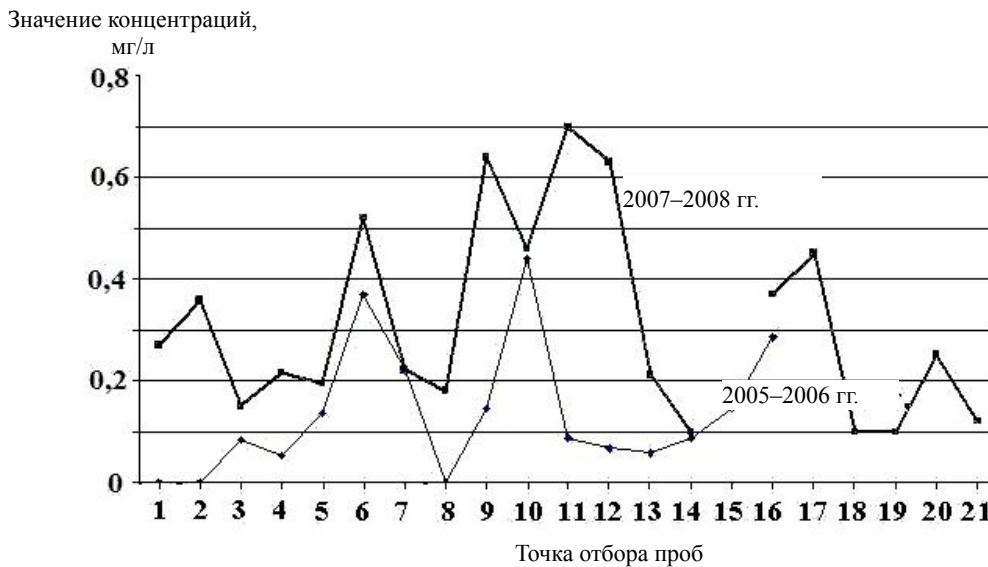


Рис. 4. График значений содержания нитритов (мг/л) в снеговых пробах в разные годы исследований

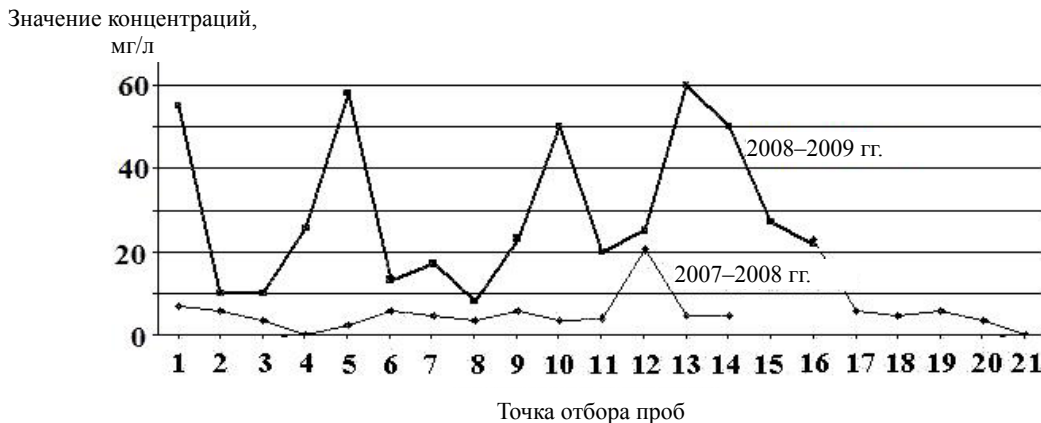


Рис. 5. График значений содержания сульфатов (мг/л) в снеговых пробах в разные годы исследований



Общие выводы

Снегометрические съемки, проводимые по программе ЭМ^С в 90-х гг. XX в., дали представление об основных загрязнителях, а также о конфигурации и структуре снегового геохимического поля Саратова. В настоящее время снеговая съемка с отбором нескольких сотен проб уступает место мониторинговым исследованиям на локальных, наиболее проблематичных в геохимическом отношении участках города. Начиная с 2005 года небольшими инициативными студенческими группами под руководством сотрудников лаборатории геоэкологии и экологической геохимии СГУ проводятся исследования на небольших по площади полигонах. Проведенные студентами снегомерные съемки 2005–2009 гг. позволили получить новую геохимическую информацию, сравнить новые данные с результатами предыдущих съемок. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что на исследуемой территории зафиксировано превышение предельно допустимых концентраций азота аммония до 7 раз. По остальным проанализированным компонентам превышение нормативных показателей не задокументировано, но практически по всем компонентам фиксируются повышенные концентрации по сравнению с фоновыми значениями.

Важно отметить, что целью проведения снеговых геохимических съемок на локальных полигонах является не только получение новой информации, но и приобретение студентами навыков в эколого-геохимических исследованиях.

Библиографический список

1. Павленко И.А., Батоян В.В., Кучумова Н.А. Выявление зон промышленного загрязнения по исследованию снежного покрова // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем / Под ред. М.А. Глазовской. М., 1981.
2. Осокин И.М. Химический состав снежного покрова на территории СССР // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. 1963. № 3. С. 26–34.
3. Ваишков В.И., Постников П.А., Самонова В.И. Определение загрязнения местности промышленными отходами по исследованию снежного покрова // Гигиена и санитария. 1936. № 9. С. 18–23.
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2008 году. Саратов, 2009. 320 с.
5. Решетников М.В. Результаты снеговой съёмки 2005г. на территории Октябрьского и Фрунзенского районов г. Саратова // Геологи XXI: Материалы VII Всерос. науч. конф. студ., асп. и молодых специалистов / Под ред. Е.Н. Волковой. Саратов, 2006. С. 138.
6. Берлянд М.Е. Атмосферная диффузия и загрязнение // Всесоюз. Тр. ГГО. 1975. Вып. 325. С. 3–26.
7. Безуглая Э.Ю., Сонькин Л.Р. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха городов Советского Союза // Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы: Сб. докл. на Междунар. симпозиуме. Л., 1971. С. 241–251.
8. Глазовский Н.Ф., Злобина А.И., Учватов В.П. Химический состав снежного покрова некоторых районов Верхнеокского бассейна. Пушино, 1978. С. 28.