



ГЕОГРАФИЯ

УДК 502.171(470.44)

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Волков

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

В статье рассмотрена история формирования региональной сети ООПТ Саратовской области, выделены периоды и этапы в её развитии, проанализирована региональная специфика подходов к организации и выявлению ООПТ. В результате проведенных исследований автором делается вывод о необходимости скорейшего развития сети ООПТ Саратовской области, отвечающей современным требованиям, главное из которых – обеспечение экологической стабильности в регионе.

History of Formation of a Network of Particularly Protected Natural Territories (PPNT) of the Saratov Region

Yu.V. Volkov

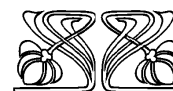
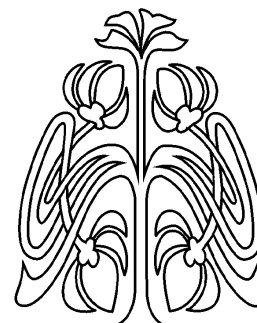
The history of formation of a regional network of PPNT of Saratov area is considered, in the article the periods and stages in its development are allocated, are analysed regional specificity of the approaches to organization and revealing PPNT. As a result of the carried out researches the author judges necessity of the prompt development of a network PPNT of Saratov area adequate the modern requirements, main of which – maintenance of ecological stability in region.

Постановка проблемы

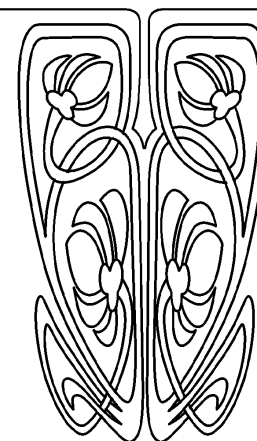
В настоящей статье рассмотрена история формирования особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Саратовской области в период с 90-х гг. XIX в. до конца XX века. Основной целью исследования являлось выявление исторических периодов в развитии региональной сети ООПТ Саратовской области, изучение их своеобразия. Актуальность работы связана с очередным этапом социально-экономического развития страны в целом и Саратовской области в частности, совершенствованием современной концепции региональных систем ООПТ. Поэтому ныне требуется обобщение регионального опыта по созданию системы охраняемых природных территорий для оценки современного их состояния и определения направлений будущего развития, в частности для Саратовской области. Следует отметить, что представленное исследование, насколько известно, является первым, содержащим наиболее полные сведения по истории формирования ООПТ Саратовской области.

Факторы и периоды формирования сети ООПТ Саратовской области

Современный облик региональной сети ООПТ Саратовской области сложился под действием различных факторов. Их можно разделить на три группы: природно-ландшафтные (преобладание степей, равнинность территории региона и др.); социально-экономические (высокая степень сельскохозяйственной освоенности, наличие двух волжских водохранилищ и др.); научные исследования в сфере охраняемых природных территорий, характер и направление которых определили практику выявления и организации ООПТ в Саратовской области. Данные факторы выявляют характерные инди-



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





видуальные черты становления сети охраняемых природных территорий региона. В то же время в истории формирования сети ООПТ Саратовской области закономерно проявляются общие тенденции развития, характерные для многих регионов и России в целом. Связаны они как с изменением общегосударственной политики по охране окружающей среды, эволюцией научных представлений о роли и функциях ООПТ, так и с социально-экономическим развитием сходных по природно-ландшафтным условиям регионов.

История организации ООПТ в нашей стране имеет глубокие корни. Как отмечает Ф.Р. Штильмарк, организация первых охраняемых природных территорий была, вероятно, вызвана двумя причинами: во-первых, необходимостью рационального использования, прежде всего, лесных и охотничьих ресурсов; во-вторых, религиозным, эстетико-культурным отношением к природе [1,2]. В предложенной статье не рассматривается данный период в истории становления ООПТ Саратовской области. Подобная информация, несомненно, была бы полезна для понимания региональных нравственно-этических начал организации прототипов ООПТ, а также, возможно, позволила бы установить ряд характерных для этого периода черт природопользования на конкретных территориях Саратовской области. Однако данная проблема, по нашему мнению, заслуживает отдельного изучения.

В истории формирования современной сети ООПТ Саратовской области могут быть выделены два основных периода, каждый из которых, в свою очередь, состоит из двух этапов. Основными критериями выделения периодов и этапов формирования сети ООПТ Саратовской области, прежде всего, являлось изменение подходов к определению, выявлению особо охраняемых территорий, а также появление новых категорий в сети ООПТ региона.

Первый период охватывает временной отрезок с конца XIX до середины XX века. В этот период, благодаря бурной активизации общероссийского природоохранного движения, а также становлению представлений об ООПТ и их роли в деле охраны природы, появляются первые особо охраняемые территории Саратовской области.

Второй период связан с деятельностью Саратовского областного отдела Всероссийского общества охраны природы. Он начинается со второй половины прошлого века и заканчивается в 90-е годы. Это период активного формирования сети особо охраняемых природных территорий Саратовской области, первым элементом которой следует считать охотничьи заказники, появившиеся в 60-е гг. XX века [3]. Именно с организации первых комплексных и видовых охотничьих заказников в Саратовской области начинается процесс формирования современной структуры региональной сети ООПТ Саратовской области.

Характеристика периодов и этапов формирования сети ООПТ

Первый период, первый этап – конец XIX – 20-е гг. XX века.

Начало первого этапа связано с появлением в конце XIX в. в дореволюционной России частных заповедников, самый известный из которых «Аскания-Нова», организованный Ф.Э. Фальц-Фейном [2]. Подобными частными заповедниками были участки целинных степей в имении Карамзиных (Самарская губерния) и в имении графини Паниной в Валуйском уезде (Воронежская губерния), а также часть имения князя Вяземского в Тамбовской губернии [2,4]. В имении Ровинка Черноярского уезда Астраханской губернии его владельцем – помещиком А.П. Ровинским был фактически организован охотничий заказник. Вот что пишут современники о Ровинском и режиме охраны фауны в его имении: «А.П., сам охотник в юности, оставляет эти привычки “кровавого спорта” – и, в качестве землевладельца ста квадратных верст, делается усердным охранителем всего живого, зверья пернатого и пушного в своих угодьях. Особенно полезные птицы и звери неприкосновенны. Охота, бесцельный убой, запрещена даже родному сыну – и только на дичь, и только в известное время, и только с особаго разрешения, можно охотиться» [5, с.7]. Отметим, что А.П. Ровинский был членом-учредителем Саратовского общества естествоиспытателей и любителей природы; им были собраны минералогическая коллекция, впоследствии переданная в музей общества естествоиспытателей, гербарий и некоторые виды насекомых Астраханской губернии. В окрестностях с. Ровинки А.П. Ровинским были раскопаны золотоордынские курганы и собраны археологические находки [5].

В Саратовской губернии частный заповедник-заказник был организован владельцем имения Пады Балашовского уезда В.Л. Нарышкиным на территории небольшого соснового леса вблизи деревни Рзянка, имевшего название Борок. Борок представлял собой произрастающий в долине р. Хопер сухой бор – остаток более крупного лесного массива. Его площадь составляла 14 десятин. Следует отметить, что В.Л. Нарышкин, как и А.П. Ровинский, интересовался природными особенностями своего имения. По его инициативе и на его средства было организовано естественноисторическое исследование имения. Исследование было проведено ботаником В.А. Траншеллем, геологом П.А. Замятченским, зоологом А.А. Силантьевым под научным руководством профессора В.В. Докучаева [6]. Благодаря этому исследованию ученые смогли дать подробную характеристику природных условий имения и получить некоторые сведения об особенностях использования и состояния его земель. В частности, исследователями отмечается, что первозданный облик степей сохранился лишь по склонам балок и оврагов,



на безлесных водоразделах господствуют лишь залежи различного возраста, а леса имеют сильно изреженный и сильно измененный в породном отношении вид. В некоторых частях имения Пады, как указывается А.А. Силантьевым, сохраняется залежная система земледелия, как и у смежных с имением крупных землевладельцев, в то же время крестьянские хозяйства используют трехпольную систему земледелия. По мнению А.А. Силантьева, трехпольная система хозяйства оказывает большее влияние на природу, чем залежная, «...при которой только и возможно сохранение степей, а вместе и их фауны, в состоянии, несколько подходящем к первобытному» [6, с. 392]. Этот факт свидетельствует о наличии в крупных имениях достаточного земельного фонда, позволяющего сохранять залежную систему хозяйства.

Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что у крупных землевладельцев Саратовской губернии описываемого периода, имевших значительные земельные ресурсы, могли существовать небольшие территории со статусом заповедных, соответствующих современному охранному режиму заказников. Еще одно подтверждение нашему предположению находим в статье В.И. Талиева (1898 г.), посвященной флоре Саратовской губернии. В ней автор, описывая свой путь от с. Поповка Саратовского уезда до г. Хвалынского, указывает «на большую непрерывную площадь» лесов [7, с. 2]. По мнению В.И. Талиева, сохранение значительных площадей лесов в этом районе – заслуга крупных владельцев.

Вероятнее всего, заказной или заповедный режим на каких-либо территориях мог организовываться вокруг центральной усадьбы помещика, а также в приграничных частях имения.

В конце XIX – начале XX в. основой экономического развития Саратовской губернии является сельское хозяйство, характеризующееся ярко выраженной направленностью – зерноводством. Экстенсивное освоение земельных ресурсов за счет расширения посевных площадей привело к увеличению земель, отводимых под пашню. По темпам их роста Самарская и Саратовская губернии занимали соответственно первое и второе места в Поволжье. В Саратовской губернии посевная площадь увеличилась с 1896 по 1913 г. на 23% [8]. Таким образом, размеры распаханности земель Саратовского Правобережья сравнялись с Центральным земледельческим районом. Быстрый рост освоения земель происходил в основном в южных уездах Правобережья и в Заволжье, где еще оставался фонд государственных неосвоенных земель. Освоению под пашни подверглись и земли, ранее считавшиеся «неудобными», происходила распашка лугов, пастбищ. Так, в Новоузенском районе площадь сенокосов сократилась с 323 до 89 тыс. десятин [8]. Преобладала трехпольная система земледелия, а на юге Заволжья – залежная, оставляющая обширные пространства разновозрастных залежей. Высокий темп освоения

земельных ресурсов Саратовской губернии, а также общероссийский экономический кризис конца XIX в., возникший из-за перехода от феодальных к капиталистическим отношениям, повлияли на еще более интенсивное использование природных ресурсов. Данные события повлекли за собой уничтожение отдельных степных видов растений и животных и значительное сокращение степных геосистем. Отметим, что к этому периоду лесные геосистемы претерпели еще более существенные изменения. Значительное количество лесов, как отмечают многие исследователи того времени, в пределах Саратовской губернии было вырублено [9].

Яркий пример лесопользования в пределах волжского займища Нижней Волги (Астраханская и Саратовская губернии) с детальной характеристикой всех её особенностей находим у Г.И. Лакина в большой статье, опубликованной в нескольких выпусках «Сельско-хозяйственного вестника Юго-Востока» [10]. В одной из частей своей статьи, посвященной охране леса в крестьянских общинах, Г.И. Лакин пишет: «Общественники вырубали свои леса беспощадно, рубили везде и лес всякого возраста, во все времена года, рубили днем, рубили ночью, рубили взрослые, рубили и малые. Рубили нуждающиеся и богачи, рубили все друг перед другом, кому была охота и возможность. Рубили лес везде, где бы он не появился, рубили и под землю и на койлы разных размеров, кому как удобнее, кому как охотнее.<...> ...В некоторых Обществах, по приговору, какая-нибудь часть леса объявлялась “заповедною”. “Заповедь” лесов иногда обставлялась торжественно. Лес, предназначенный к заповеди, обходился кругом всенародно священником с иконою, с пением молитв; служился соответственный молебен» [10, с.15]. Срок «заповеди» устанавливался обычно на 10 лет, иногда 15, очень редко на более долгий срок. Со временем из «заповеди» под видом сбора сушняка «начинали потаскивать и кол, пряча его в возу между сушником» [10, с.15]. Постепенно заповедный лес истощался от самовольных порубок. И наконец, на сходе решали вырубить до срока весь заповедный лес. Далее Лакин пишет, что заповедных лесов среди казачьих и крестьянских лесов волжского займища нет. И приводит две основные причины отсутствия таких лесов. Первая – бесконечные нарушения, которые случаются вопреки запрету, а вторая – появление упрощенных планов лесоустройства, позволяющих регулировать лесопользование [10].

Таким образом, указанные выше факты свидетельствуют, что на территории Саратовской губернии в описываемый временной период наиболее вероятным следует признать существование ООПТ заказного типа преимущественно в лесных ландшафтах. Их основная роль сводилась, прежде всего, к регулированию лесопользования, а также сохранению наиболее ценных лесных



массивов в малоиспользуемых помещичьих землях.

Второй этап формирования ООПТ в Саратовском крае (20 – 50-е гг. XX в.) происходит на фоне дальнейшего роста общероссийского природоохранного движения. В начале XX в. организуются первые государственные заповедники – Баргузинский, Саянский, «Кедровая Падь» [2]. После 1917 г. охрана природы вышла на новый более интенсивный виток развития. В эпоху становления советской власти и формирования СССР развитие природоохранного движения нарастает. С отменой частной собственности на землю быстро создается и развивается сеть первых советских заповедников [11]. В первые годы становления советской власти их число постоянно растет, в то же время частные заповедники были фактически ликвидированы [4].

Второй этап связан с подъемом краеведческой деятельности различных направлений в Саратовском крае в начале XX века [12]. Ещё в конце XIX в. создаются Саратовская ученая архивная комиссия, общество естествоиспытателей и любителей естествознания. Именно в этих обществах начинается систематическое изучение и сбор краеведческого материала по истории, географии, геологии и биологии Саратовской губернии. Следует отметить, что в период с конца XIX – начала XX в. флористические исследования Саратовского края получают широкое развитие. В некоторых флористических работах авторы не только описывают различные виды растений, но и предлагают охранять с помощью организации заповедников отдельные наиболее редкие виды.

Первой известной нам публикацией, касающейся вопроса организации заповедника в пределах Саратовской губернии, является доклад о флоре Саратовского уезда, прочитанный на заседании Ботанического общества Юго-Восточного края 10 декабря 1917 г. Дмитрием Ерастовичем Яньшевским. В докладе говорится о необходимости создания небольшого заповедника в окрестностях Саратова. Он был напечатан впоследствии в журнале Русского ботанического общества и несколько позже в «Сельскохозяйственном вестнике Юго-Востока» [13].

Позднее в целом ряде публикаций, относящихся к 20-м гг. XX в., в «Известиях Саратовского общества естествоиспытателей» членами этого общества указывается на необходимость создания заповедных территорий в Саратовском крае. Так, в статье историка-краеведа Б.В. Зайковского «О вымерших и вымирающих представителях природы Нижне-волжской области» поднимается проблема исчезновения или сокращения популяции некоторых видов птиц и зверей, редких видов растений в окрестностях Саратова и в Заволжье [14]. В заключительной части статьи Б.В. Зайковский предлагает «...где только представится возможным и допустимым устраивать хотя бы небольшие заповедники, которые затем окупят себя сторицей» [14,

с.56]. Наряду с Б.В. Зайковским «отрицательную динамику» отдельных видов растений отмечают и многие ботаники, занимавшиеся изучением флоры Саратовского края. Некоторые из них, как, например, В.Н. Чернов, К.Ю. Гросс и др., считали необходимым скорейшую организацию заповедников [15,16]. К.Ю. Гросс, в частности, отмечая исчезновение венериного башмачка в Хвалынском районе, предлагал «энергичнее содействовать на местах охране подобных памятников природы устройством небольших заповедников на наиболее примечательных флористических пунктах края» [16, с.106].

Особое место в исследовании территории Саратовского края и выявлении ценных природных объектов занимают экспедиции, организованные известным ботаником И.И. Спрыгиным. Им был создан первый в советской России заповедник – Пензенский [2]. Деятельность Спрыгина, направленная на поиск ценных природных объектов с последующей организацией в их пределах заповедников, вышла за пределы обширной территории бывшего Средневожского края, затронув, в частности, северную часть территории Саратовского края. Отметим, что в двух экспедициях И.И. Спрыгина, частью проходивших на территории Саратовского края, активно принимали участие местные ботаники-краеведы, в том числе известный К.Ю. Гросс – основатель и директор Хвалынского краеведческого музея.

В 1927 г. под руководством И.И. Спрыгина состоялась экспедиция в Жигули [17]. Целью данной экспедиции было дальнейшее изучение Приволжской возвышенности, и в частности территории Жигулевского заповедника. Сначала экспедиция направилась в район Хвалынска, где к участникам экспедиции присоединился К.Ю. Гросс. Во время этой части экспедиции были обследованы меловые склоны в районе горшиханов Каланчи, Богданихи, Хреновских дач, Черемшанских скитов. Участники экспедиции указывали на особенности растительности исследованной территории, главными из которых были боры на мелу и на песках с разнообразной степной растительностью, а также участки чернолесья. По результатам проведенных исследований ими были подготовлены предложения по организации заповедника. Материалы по научному обоснованию организации заповедника были переданы в Нижневожскую межведомственную комиссию по охране природы. Заповедный режим предлагали установить в окрестностях Черемшанских скитов (500 га), а также на участке близ Хреновских дач и на горах Каланча, Фокина шишка, Богданиха. Однако заповедник не был организован. В следующем, 1928 г., И.И. Спрыгин совершил экспедицию в Пугачевский и Бузулукский уезды [17]. В результате проведенных исследований в районе г. Пугачева были обнаружены небольшие участки целинных и старозалежных степей. В частности, был отмечен участок ковыльной степи площадью



250 га в 25 км к юго-востоку от г. Пугачева по левому берегу р. Вязовка. Однако для заповедования был предложен участок ковыльно-типчаковой степи «Козьявка», расположенный на р. Бузулук к югу от с. Ефимовка (Оренбургская область). В г. Пугачеве в работе экспедиции принимал участие И.И. Тереножкин – местный ботаник-краевед.

Итогом второго этапа можно считать образование некоторого количества охотничьих и видовых заказников. Организация первых государственных заказников происходит в 20-х гг. XX столетия. Заказники создавались губернскими и уездными органами власти. Так, например, были организованы заказники на территории Усовского, Сокурского, Большого Копенского лесничеств со сроком охраны три года, отдельным постановлением Петровского Уисполкома «Об охране дичи и заповедников» в Петровском уезде был организован, по существу, целый ряд бессрочных комплексных охотничьих заказников [18,19].

Примечательно, что, несмотря на относительно широкую волну предложений организовать заповедники в степных ландшафтах либо на границе леса и степи, охраняемые природные территории организовываются в лесных ландшафтах. При этом основным критерием организации заказного режима становится охотопромысловая значимость территории.

Таким образом, первый период характеризуется созданием в Саратовской области двух типов ООПТ. Первый характерный тип ООПТ был направлен на сохранение отдельных видов охотничьих животных, второй ограничивал и регулировал лесопользование. На первом этапе в Саратовской области создавались отдельные частные заповедники-заказники, а также всевозможные лесные «заповеди». В последующем, с отменой частной собственности и национализацией всех земельных ресурсов, широкое распространение получают срочные и бессрочные государственные охотничьи заказники.

Второй период (50–90-е гг. XX в.), как указано выше, отражает процесс создания современной структуры региональной сети ООПТ Саратовской области. Начало этого периода связано с организацией и последующей деятельностью Саратовского отдела Всероссийского общества охраны природы (ВООП). Саратовский отдел ВООП был организован в 1947 году [20]. Первые шаги Саратовского отдела ВООП были мало связаны с организацией ООПТ. Однако в последующем роль общества охраны природы в организации, выявлении охраняемых природных территорий стала ключевой.

Первый этап (50-е гг. – начало 80-х гг. XX в.) второго периода характеризуется появлением нового интереса к особо охраняемым природным территориям, о котором можно судить по региональным научным публикациям того времени. В середине XX в., особенно в 60–70-е гг., появляются публикации о необходимости создания ООПТ,

приводятся научные обоснования их создания. В некоторых публикациях прямо не говорится о необходимости создания какой-либо категории ООПТ, но приводятся перечни объектов и территорий, «заслуживающих всемерной охраны» [21, 22, 23]. Таким образом, авторами данных статей делается попытка на территории Саратовской области выделить особенные территории и объекты, являющиеся, по их мнению, «достопримечательностями живой природы». В последующем данные перечни, наряду с другими источниками, послужили основой для создания первого перечня памятников природы [24].

Обратимся к основным публикациям, имевшим наиболее важное значение в формировании подходов к выявлению ценных объектов и территорий с целью организации в них режима особой охраны. Хронологически одной из первых подобных работ является доклад профессора Саратовского госуниверситета геоботаника А.Д. Фурсаева, сделанный в 1947 г. на одном из заседаний правления Юго-Восточного филиала государственного Ботанического общества [25]. В докладной записке А.Д. Фурсаев отмечает «отсталость заповедования природы Саратовской области, несмотря на исключительную важность изучения природы в естественном состоянии...», и предлагает заповедать участки, имеющие достаточную площадь, исключающую влияние человека, а также высокую степень сохранности. Размер таких участков должен был составлять, по его мнению, 10x10 км. В записке говорится о необходимости сохранять «типичные элементы ландшафта Саратовской области и всего Юго-Востока», которыми, как указывает А.Д. Фурсаев, являются лес, лесостепь, степь, поймы рек и места выходов меловых обнажений. В приведенном в докладной записке кратком перечне территорий, заслуживающих организации в их пределах заповедного режима, перечислены следующие земельные выделы: лес у с. Дьяковки-Салтово, степные участки в Пугачевском районе на территории конесовхоза и у с. Грязнухи Петровского района, массив дубрав у Хвалынска с сосняками и участками степи с меловыми обнажениями, овражный массив в пределах Базарно-Карабулакского района (около дороги на Вязовку). Поиск лесостепных участков, по мнению А.Д. Фурсаева, следует вести на территории Правобережья – в Самойловском, Татищевском, Казачкинском районах, где могут быть найдены «по существующим сведениям хорошие участки» [25].

Не рассматривая детально природные особенности указанных выше территорий, отметим, что подход к сохранению типичных ландшафтов Саратовской области, предложенный Фурсаевым, отражает её природные особенности на уровне природных зон и интразональных местностей.

В одной из последующих работ А.Д. Фурсаев предложил критерии сохранения флоры [25]. Разделив всю флору Саратовской области



на 7 групп, 3 из которых – неохранные растения, остальные 4 группы с различной степенью необходимости охраны. К четырем охраняемым группам растений он отнес виды, имеющие разорванный ареал или находящиеся на границе своего ареала, эдемичные, реликтовые виды, отдельные старовозрастные деревья, различные виды древесных и кустарниковых экзотов. В последующем именно этот принцип – наличие редких видов, как естественной, так и интродуцированной флоры – стал ведущим при выявлении практически всех ООПТ Саратовской области (за исключением геологических). Редкие виды растений или, вернее, наличие их в определенных местообитаниях стали индикаторами, свидетельствующими о необходимости организации особо охраняемых природных территорий.

В этот период в саратовской географической литературе также начинают разрабатываться подходы к выявлению особо охраняемых территорий. Приоритет в постановке вопросов охраны природы и связанных с ними проблем ООПТ принадлежит кафедре физической географии географического факультета Саратовского государственного университета. Данные проблемы активно разрабатывались с 1962 г. сначала М.А. Шабановым, а в последующем Л.В. Будигиной [26].

Остановимся на одной из главных работ Михаила Алексеевича Шабанова – его докторской диссертации, посвященной вопросам физико-географического районирования Саратовского Заволжья. В одной из глав – «Охрана и преобразование природы» – рассмотрены наиболее существенные для всего Саратовского Заволжья преобразования, связанные с ирригацией, строительством каналов, затоплением волжской поймы [28]. В разделе «Рекомендации по охране типичных ландшафтов» отмечается, что типичные ландшафты трансформированы и организация степных заповедников невозможна, так как вся территория распахана, возможна лишь организация степных заказников. Заказники, по мнению М.А. Шабанова, должны отражать основные типы ландшафтов на уровне подзон: северостепные, среднестепные и южно-степные. Примерами таких участков, которые сохранили типичные, характерные черты указанных подзон, являются следующие территории: в пределах северостепной подзоны – урочище «Змейка» на водоразделе рр. Б. Иргиза и Чернавы, а также верховья оврага Таволожка, впадающего в Б. Иргиз; участок степи в истоках Б. Узенья – среднестепная подзона; южностепная подзона – островные участки полупустыни – Дьяковский лес с прилегающими участками сухой степи, лиманами, пойменными лесами р. Еруслан.

Для иллюстрации последующих публикаций, посвященных вопросам организации и выявления ООПТ Саратовской области, приведем статьи Е.К. Кох и Л.В. Будигиной. В статье ботаника Е.К. Кох «Охрана флоры и растительности Саратовской области» [27] указывается на отсутствие

заповедников на территории Саратовской области. В связи с этим охрана растений и растительности, по её мнению, должна осуществляться на основе организации заказников. Она выделяет восемь «элементов флоры», отражающих флористическое разнообразие территории Саратовской области и предлагает организовать с учетом данных особенностей охрану нуждающихся видов растений, в том числе на следующих территориях: Вольско-Хвалынский лесной массив со степными склонами, Дьяковский лес, урочище «Змейка» в Пугачевском районе, «Моховое» болото в Новобураском районе [27].

В работе географа Л.В. Будигиной «Типичные ландшафты – под охрану» [28] сжато описываются природные особенности Саратовской области и отмечаются территории, характеризующие зональные и интразональные условия региона, где, по её мнению, и следует сохранять естественные природные ландшафты. Наряду с ранее отмеченными многими исследователями территориями Моховое болото, Вольско-Хвалынский лесной массив, Дьяковский лес и др. указываются еще территории в Александрово-Гайском районе, представляющие собой участки комплексной растительности с лиманами и падьями. В этой работе Л.В. Будигиной высказывается идея организации Заволжского степного заповедника в восточных районах Саратовского Заволжья.

Сведения о примечательных природных объектах из различных научных публикаций, а также научные обоснования организации охраняемых природных территорий концентрируются в Саратовском областном отделе Всероссийского общества охраны природы. Формируется обширный список территорий и объектов, обладающих, по мнению предлагавших его авторов, особой природной ценностью.

В 1976 г. начинает работу секция ООПТ Саратовского областного отдела ВООП, руководителем которой на протяжении многих лет являлась Л.В. Будигина¹. С организации секции ООПТ началась не только работа по выявлению особо ценных территорий, но и практическая деятельность по законодательному закреплению их юридического статуса как особо охраняемых территорий. Несмотря на то, что выявление особо ценных территорий началось задолго до появления секции ООПТ [24], только благодаря целенаправленной деятельности членов этой секции стало возможным появление новой категории охраняемых природных территорий в Саратовской области – государственных памятников природы.

В 1979 г. в обобщающей работе Л.В. Будигиной «Охрана памятников природы Саратовской области» приводится список из 130 объектов [24]. Предложенный Л.В. Будигиной перечень

¹ При написании статьи были использованы фондовые материалы Саратовского областного отделения Всероссийского общества охраны природы.



объектов был составлен по архивным материалам Всероссийского общества охраны природы, фондовым материалам управления лесного хозяйства и др. На основе этого перечня в 1982 г. облсовет Саратовской области принял Решение № 342, в котором все указанные объекты были признаны государственными памятниками природы [29]. В дальнейшем принятый перечень памятников природы подвергался изменениям, наиболее существенные из них произошли в 1991 и 1997 годах [30, 31]. Таким образом, к концу первого этапа второго периода в Саратовской области наряду с охотничьими заказниками начинает действовать еще одна категория особо охраняемых территорий – памятники природы.

На первом этапе второго периода были сформулированы основные подходы к выявлению ООПТ, обозначился круг крупных территорий, имеющих, по мнению различных исследователей, исключительную ценность для сохранения типичного природного облика Саратовской области. Однако декларируемый подход к выявлению особо ценных территорий, учитывающий широтно-зональные условия региона, не был полностью реализован. Большая часть наиболее ценных, репрезентативных в ландшафтно-географическом смысле территорий осталась незащищенной законодательно. Этот факт подтверждается содержанием первого перечня объектов и территорий, взятых под охрану в качестве государственных памятников природы. Так, многие из объектов перечня являются интродуцентами либо имеют искусственное происхождение, из естественных памятников природы абсолютное доминирование принадлежит лесным ландшафтам.

Второй этап (80–90-е гг. XX в.) характеризуется еще большим повышением общественного интереса к охране природы. В эти годы публикуется относительно большое количество краеведческой природоохранной литературы, в том числе и научно – популярного жанра. Среди научно-популярных изданий, посвященных охране природы и частью затрагивающих проблемы охраняемых природных территорий, наибольший интерес представляют следующие: «Места заповедные», «За голубым тюльпаном», «Опасайтесь потерять друзей» [32, 33, 34]. В частности, в последней книге [34] обосновывается необходимость организации двух национальных парков – Саратовского и Хвалынского, Заволжского степного заповедника, целого ряда ландшафтных и ботанических заказников. Среди научных публикаций особо отметим публикацию ботаников И.Б. Миловидовой, В.Г. Мичурина и др. [35], в которой указаны 54 объекта с кратким описанием их ценности. В статье авторами предлагается разделить данные объекты по существующим на тот период категориям ООПТ [35].

В начале 80-х гг. XX в. ВООП разворачивает работу по выявлению, паспортизации и законодательному закреплению памятников природы, про-

исходит многократное изменение части перечня памятников природы, принятого в 1982 году [36, 37, 38]. В этой работе принимает участие широкий круг общественности, различные организации и учреждения, в том числе Саратовский государственный университет, Саратовский педагогический институт, ГОСНИИОРХ, районные советы ВООП, райисполкомы и др. [39]. Инициатива организации памятников природы большей частью исходила от ученых Саратовского государственного университета, Саратовского педагогического института, однако не менее важную роль в организации и становлении региональной сети ООПТ сыграли отдельные активисты районных организаций ВООП. Особо заметна деятельность по организации и выявлению памятников природы ботаника-краеведа В.В. Брехова, руководителя отдела природы Вольского краеведческого музея. Им были не только подготовлены научные обоснования на все существующие в Вольском районе памятники природы, но и фактически осуществлялся контроль за выполнением охранного режима на этих территориях. Таким образом, структура районных сетей ООПТ во многом определялась деятельностью отдельных активистов природоохранного движения.

В последующем результаты работы ВООП по выявлению и организации памятников природы перетерпели значительные изменения. Так, в 1997 г. некоторые памятники природы были необоснованно исключены из перечня 1991 г., составленного обществом охраны природы, у большинства памятников природы была изменена конфигурация границ либо местоположение.

Пик активности в сфере организации ООПТ приходится на середину 80-х – начало 90-х гг. XX века. В 1986 г. принимается Решение № 207 о создании первого в Саратовской области биологического заказника республиканского значения «Дьяковский» [40]. Однако фактическое образование биологического заказника так и не произошло. Следует отметить, что Дьяковский лес в середине 80-х гг. рассматривался государственными органами управления как территория под заповедник, но из-за отсутствия, по нашему мнению, четкой программы перехода от ликвидации убыточного лесхоза к созданию природоохранного учреждения этого не произошло. В начале 90-х гг. широко обсуждается вопрос о создании двух национальных парков: Саратовского и Хвалынского. В результате в 1992 г. создается природный парк «Хвалынский» [41]. В 1994 г. он получает федеральный статус и становится национальным парком. Расширяется сеть охотничьих заказников. К 1995 г. существовало 25 заказников областного значения общей площадью 394,1 тыс. га [41]. Максимальной площади заказники Саратовской области достигли в 2001 г., которая составила 499,4 тыс. га [42]. Однако в 2003 г. из-за очередного преобразования органов управления региональными ООПТ охотничьи заказники были



реорганизованы. В настоящий момент в Саратовской области действует один заказник федерального значения – «Саратовский» [43].

Главным итогом второго периода следует считать окончательное образование современной структуры региональной сети ООПТ, основными элементами которой стали памятники природы, заказники и национальный парк «Хвалынский».

Рассмотренные периоды и этапы формирования региональной сети ООПТ Саратовской области демонстрируют ряд характерных черт сложившейся сети охраняемых природных территорий. Во-первых, в подходах к выявлению ООПТ преобладал ботанический подход, определивший современную структуру ООПТ региона. В связи с чем в структуре региональной сети охраняемых природных территорий возникла некоторая односторонность и внесистемность, выражающаяся в крайне низкой ландшафтно-географической репрезентативности объектов сети ООПТ [44]. Так, например, основная категория ООПТ Саратовской области – памятники природы представлены большей частью фрагментами лесных геосистем (78% области занято степями). Почти половина действующих памятников природы имеет искусственное происхождение (насаждения экзотов, искусственные лесные насаждения и т.д.). Во-вторых, на протяжении всей истории формирования сети ООПТ Саратовской области отсутствовали крупные территории со строгим заповедным режимом охраны, позволяющим сохранять значительные по размеру природные комплексы. Таким образом, следует признать недопустимо малую роль сложившейся сети ООПТ по сохранению ландшафтного и биологического разнообразия Саратовской области.

Современное состояние сети ООПТ Саратовской области показывает, что, несмотря на многократное увеличение антропогенной нагрузки на территорию региона с конца XIX в., а также развитие концепции организации охраняемых природных территорий и совершенствование законодательной базы в сфере ООПТ, развитие региональной сети ООПТ происходит чрезвычайно медленно. Сеть охраняемых природных территорий Саратовской области находится на первой затянувшейся стадии развития – формирования отдельных объектов сети ООПТ.

С середины 90-х гг. прошлого века не проводились специальные исследования по изучению и выявлению ООПТ региона, количество ранее проводимых исследований также следует признать недостаточным. В результате этого практически полностью отсутствует информация о современном состоянии региональных охраняемых природных территорий и выполнении особого режима их охраны.

Отметим, что в последние годы наметился перелом в подходах к управлению региональной сетью ООПТ Саратовской области и их организации. Начиная с 2004 г. Саратовским госунивер-

ситетом и Комитетом охраны природы и природопользования Саратовской области проводится инвентаризация ООПТ региона.

Автор выражает глубокую признательность зам. председателя Саратовского областного отдела Всероссийского общества охраны природы О.И. Кайоте за предоставленные архивные материалы, а также канд. биол. наук И.Б. Миловидовой за неоценимую консультативную помощь.

Библиографический список

1. Идея абсолютной заповедности. Помни праотцов – заповедного не тронь! / Сост. В.Е. Борейко. М., 2005. 116 с.
2. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М., 1978. 297 с.
3. О правилах охоты на территории области и об утверждении перечня заказников и охотничьих хозяйств: Решение № 585 Саратовского облисполкома от 2.12.1966 г. // ГАСО. Ф.1738, оп. 4, ед. хр. № 369, лл. 7–39.
4. Особо охраняемые природные территории Российской Федерации (Статистический сборник) / Под ред. А.Д. Думнова, Н.Г. Рыбальского. М., 2003. 141 с.
5. Протокол заседания Саратовского общества естествоиспытателей и любителей естествознания от 25 ноября 1900 г. // Тр. Саратовского о-ва естествоиспытателей и любителей естествознания. Саратов, 1901. Т. III, вып. 1. С. 4–10.
6. Пады – имение В.Л. Нарышкина. Естественно-исторический очерк / Под ред. В.В. Докучаева. СПб., 1894. 437 с.
7. Талиев В.И. К флоре Саратовской губернии // Протоколы заседаний общества естествоиспытателей при Казанском ун-те 1897–1898 гг. Казань. Т. 29. Приложение № 174. С. 1–7.
8. Очерки по истории Саратовского Поволжья (1894 – 1917): В 2 т. / Под ред. И.В. Пороха. Саратов, 1999. Т. 2, ч. 2. 432 с.
9. Келлер Б.А. Ботанико-географические исследования в Саратовской губернии // Тр. о-ва естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. Казань, 1901. Т. 35, вып. 4. 180 с.
10. Лакин Г.И. Леса Волжского займища // Сельскохозяйственный вестн. Юго-Востока. 1914. №15. С. 32–34.
11. Гладков Н.А. Охрана природы в первые годы советской власти. М., 1972. 35 с.
12. Захаров В.М., Миронов В.Г. У истоков Саратовского исторического краеведения // Тр. Саратовского историко-краеведческого о-ва. Саратов, 1992. Вып. 2. С. 78–99.
13. Янышевский Д.Е. К флоре Саратовского уезда // Сельскохозяйственный вестн. Юго-Востока. 1918. № 3–5. С. 30–33.
14. Зайковский Б.В. О вымерших и вымирающих представителях природы Нижне-Волжской области // Тр. Нижне-Волжского обл. науч. о-ва краеведения. Саратов, 1925. Вып. 34, ч. 3. С. 52–56.
15. Чернов В.Н. К флоре Вольского уезда Саратовской области // Тр. Саратовского о-ва естествоиспытателей и любителей естествознания. Саратов, 1927. Т. 11, вып. 1. С. 47–51.



16. Гросс К.Ю. Материалы по меловой флоре Саратовской губернии: Стамбе Litwinowi Gross. Катран приволжский // Известия Саратовского о-ва естествоиспытателей. Саратов, 1928. Т. II, вып. 2. С. 105–108.
17. Спрыгина Л.И. Иван Иванович Спрыгин (1873–1942). М., 1982. 176 с.
18. ГАСО. Ф.1166, оп.1, ед. хр. № 252, лл. 16.
19. Там же. Ф.521, оп.1, ед. хр. № 752, лл. 164.
20. Там же. Ф.2650, оп.1, ед. хр. № 615, лл. 26–28.
21. Рубанов М.Н. Особо ценные лесные насаждения // Природа и люди. Саратов, 1976. С. 145–150.
22. Миловидова И.Б. Дендрологические редкости // Там же. С. 159–169.
23. Девшиев Р.А., Чекрыгина В.С., Свириденко В.Т. Достопримечательности живой природы // Природа родного края и её охрана. Саратов, 1971. С. 232–246.
24. Будигина Л.В. Охрана памятников природы Саратовской области // Вопросы истории и теории физической географии. Саратов, 1979. Вып. 5(12). С. 81–100.
25. Фурсаев А.Д. Объекты растительного покрова Саратовской области, подлежащие охране // Охрана природы и озеленение населенных пунктов: Материалы VI Всеуральского совещания по вопросам географии и охраны природы. Уфа, 1961. С. 71–76.
26. Алексеевская Н.К., Добринина Н.Д., Макаров В.З. История развития кафедры физической географии и ландшафтной экологии // Развитие физической географии и ландшафтной экологии в Саратовском университете / Под ред. д-ра геогр. наук, проф. В.З. Макарова. Саратов, 2005. С. 6–26.
27. Кох Е.К. Охрана флоры и растительности Саратовской области // Экологические и фитоценологические исследования на Юго-Востоке Европейской части СССР. Саратов, 1973. С. 89–94.
28. Будигина Л.В. Типичные ландшафты – под охрану // Природа и люди. Саратов, 1976. С. 223–227.
29. ГАСО. Ф. 1738, оп. 8-пр., ед. хр. № 1963, лл. 137–146. Об утверждении перечня памятников природы местного значения: Решение Саратовского облисполкома от 15.07.82 г. № 342.
30. Там же. Ед. хр. № 3177, лл. 125–152. Об утверждении перечня государственных памятников природы: Решение Саратовского облисполкома от 27.12.91 г. № 328.
31. Об утверждении Перечня памятников природы регионального значения в Саратовской области: Постановление губернатора Саратовской области от 21.04.97 г. № 321 // СПС «КонсультантПлюс».
32. Места заповедные: Сб. очерков / Ред., сост. Л.А. Розанова. Саратов, 1981. 79 с.
33. Никитина О.В. За голубым тюльпаном: Сб. очерков. Саратов, 1989. 120 с.
34. Опасайтесь потерять друзей: Очерки об охране природы Саратовской области. Саратов, 1983. 112 с.
35. Чигуряева А.А., Лебедев В.А., Миловидова И.Б., Мичурин В.Г. Подлежащие охране ботанические объекты Саратовской области // Вопросы ботаники Юго-Востока. Саратов, 1988. С. 3–30.
36. ГАСО. Ф. 1738, оп. 8-пр., ед. хр. № 2453, лл. 6.
37. Там же. Ед. хр. № 3010, лл. 50–52.
38. Там же. Ед. хр. № 3027, лл. 57–62.
39. Будигина Л.В. Объекты редкие и ценные: памятники природы // Коммунист (Саратов). 1984. 20 апр. № 91, 4 с.
40. ГАСО. Ф. 1738, оп. 8-пр., ед. хр. № 2628, лл. 98.
41. Там же. Оп. 2, ед. хр. № 2208, лл. 11–15.
42. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Саратовской области в 2000 г. Саратов, 2001. 160 с.
43. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2004 г. Саратов, 2005. 158 с.
44. Волков Ю.В. Сеть особо охраняемых природных территорий Саратовской области в ландшафтной структуре региона // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. 2004. Т. 4, вып. 1–2. С. 167–174.

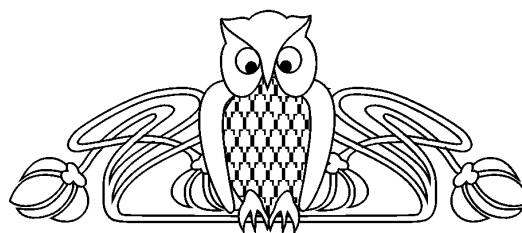
УДК 913 (470.44)+002:001+577.4

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ХВАЛЫНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

В.З. Макаров, А.Н. Чумаченко¹, В.А. Данилов,
Ю.В. Волков, А.В. Федоров¹

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

В статье изложены современные проблемы организации научной работы в Хвалынском национальном парке. Рассмотрена программа ландшафтно-экологических исследований в Парке. Приводятся некоторые результаты ландшафтно-геохимических работ и снегомерной съемки в центральной части Парка. Изучаются перспективы дальнейших исследований с применением ГИС-технологий.



Some Results of Landscape-ecological Researches on Territory Hvalynsky National Park

V.Z. Makarov, A.N. Chumachenko, V.A. Danilov, Yu.V. Volkov, A.V. Fedorov

In article modern problems of the organization of scientific work in Hvalynsky national park are stated. The program of landscape-ecological researches in Park is considered. Some results of landscape-geochemical works and snow shootings in the central part of Park are proofs. Prospects of the further researches with application of GIS-technologies are studied.



Постановка проблемы

Хвалынский национальный парк – единственный национальный парк в Нижнем Поволжье. Основанный в 1994 г. на базе Хвалынского лесхоза, Парк до сих пор испытывает трудности с научным обеспечением своей деятельности. Основные задачи национальных парков как особого типа охраняемых природных территорий – сохранение типичных и уникальных природных геосистем в сочетании с организацией природоохранного (экологического) туризма и отдыха на природе. Иными словами, национальный парк сочетает функции заповедника и рекреационной территории. По опыту работы национальных парков Северной Америки видно, что подобное сочетание дает экономическую эффективность.

К сожалению, в Хвалынском парке опыт научно обоснованной природоохранной работы находится в начальной стадии. Причем природоохранная деятельность связана в основном с практической работой по лесовосстановлению на безлесных эродированных территориях, санитарными выборочными рубками и обеспечением противопожарной безопасности.

Собственно научная работа выполняется на безвозмездной основе сотрудниками и студентами биологического и географического факультетов Саратовского госуниверситета и частично Саратовского аграрного университета.

В статье приводятся некоторые результаты комплексных ландшафтно-экологических исследований преподавателей, аспирантов и студентов географического факультета Саратовского государственного университета в 2002–2005 годах.*

Основные цели и задачи ландшафтно-экологических исследований в Хвалынском национальном парке и буферной зоне. Организация и содержание работ в предполевой и полевой этапы

Прежде чем приступить к собственно полевым работам на территории Парка, была разработана научная программа ландшафтно-экологических исследований, были определены их цели и задачи. Основные положения научной программы изложены в статье В.З. Макарова и В.А. Данилова «Волжская “Швейцария” – Хвалынский национальный парк: природные особенности и проблемы развития» [1]. Здесь же отметим, что в настоящее время выполнен значительный объем камеральной работы для научного обеспечения полевых исследований.

1. Создана базовая цифровая карта территории Парка в масштабе 1 : 25000. Карта выполнена в векторном формате и имеет открытое содержание. Она содержит десятки тематических слоев,

* В разные годы в сборе и обработке полевого материала участвовали Н.В. Пичугина, Л.А. Тархова, А.Н. Павлова, М.В. Елаева, Д.В. Кривцов, студенты 3–4 курсов географического факультета. Всем им авторы выражают глубокую благодарность.

присущих топографической карте указанного масштаба. Кроме того, выполнены цифровые векторные карты территории Парка, буферной (охранной) зоны и Хвалынского района в масштабах 1 : 100000 и 1 : 200000. Речь идет об общегеографических, топографических картах, позволяющих строить специализированные тематические карты и математико-картографические модели.

2. Проанализирован, обобщен и переведен в электронную форму материал по последней лесотаксации территории бывшего Хвалынского лесхоза, а ныне Национального парка, за 1994 г., что позволяет оперативно строить разнообразные тематические карты по материалам лесоустройства [2].

3. Приобретены, трансформированы и привязаны к базовой цифровой карте территории Парка космоснимки высокого разрешения. Создана космофотокарта Хвалынского национального парка и его буферной территории.

4. На основе базовых карт построена цифровая модель рельефа центрального участка Парка и разнообразные морфометрические карты (углов наклона земной поверхности, экспозиции склонов, эрозионной расчлененности и др.).

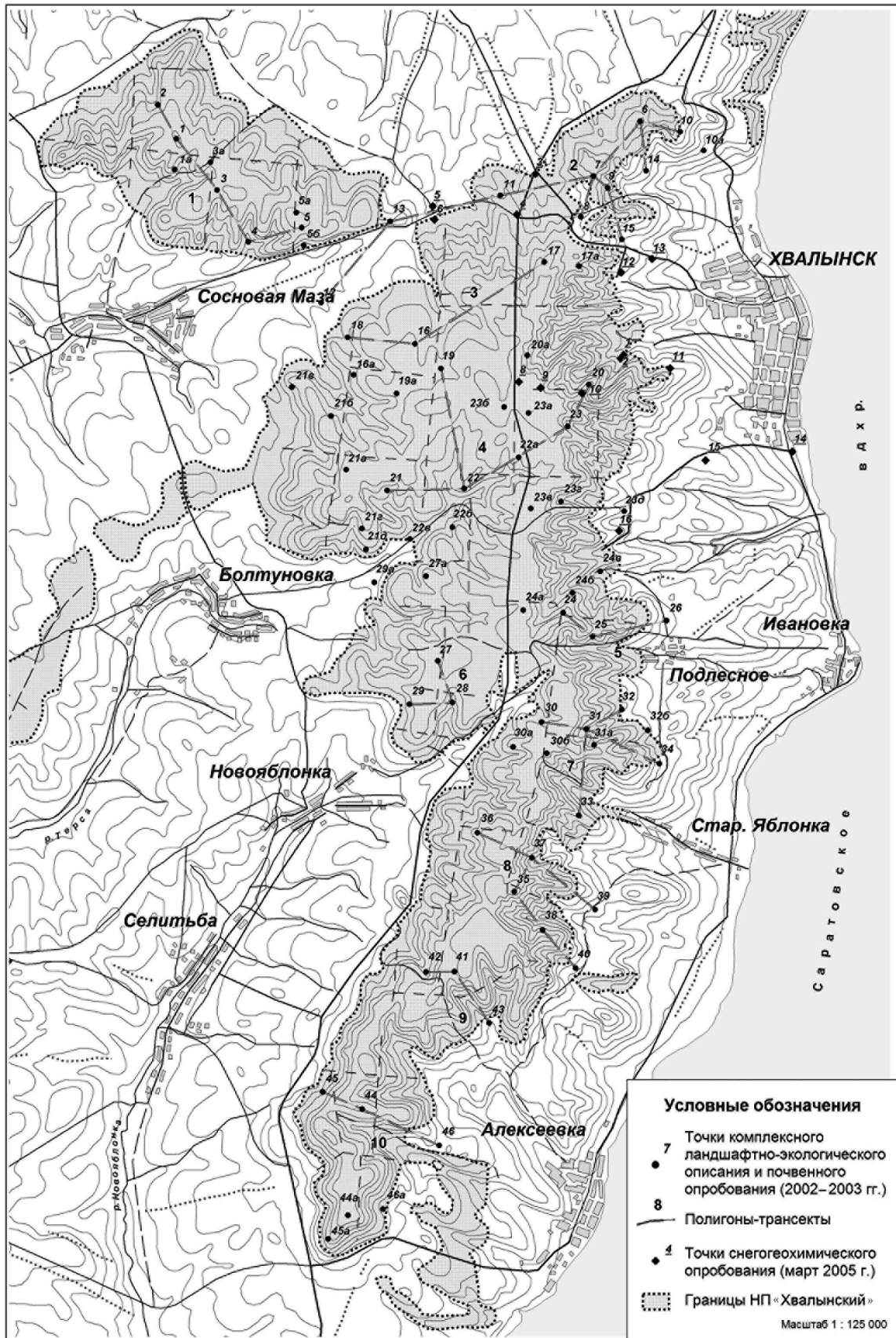
5. Определены и нанесены на базовую цифровую карту масштаба 1 : 25000 границы и линии полигонов-трансект и местоположения модельных площадок полевых ландшафтно-экологических исследований. Разработана форма полевого бланка описания структуры и состояния модельных биогеоценозов.

6. Подготовлены разнообразные атрибутивные базы данных об истории создания и процессе формирования Хвалынского природного парка как природоохранного и рекреационного учреждения.

Полевые работы в Парке начались летом 2002 г. и были продолжены в последующие годы. В них приняли участие студенты, аспиранты и преподаватели географического факультета. На заранее определенных участках исследовательских полигонов-трансект было заложено 45 площадок комплексного изучения доминантных, субдоминантных и эпизодических фаций (рисунок).

Ландшафтно-экологические исследования проводились по единой программе [3, 4], включая рекогносцировочные и основные маршрутные и полустационарные исследования на 10 полигонах-трансектах с отбором проб почвы и воды из ручьев, речек и прудов, микроклиматическими наблюдениями, выявлением визуальных бассейнов и оценкой уровня пасквальной и рекреационной дигрессии, других видов хозяйственной нагрузки. Всего было обработано около 200 почвенных проб из разных генетических горизонтов почвы на 81 площадке почвенного опробования.

Почвенные образцы были взяты из шурфов, сделанных в разных элементарных геохимических ландшафтах и различных функциональных зонах территории Парка.



Модельные площадки и полигоны-трансекты ландшафтно-экологических исследований центральной части НП «Хвалынский»



В результате были созданы разнообразные полевые карты: карты активных экзодинамических процессов, карты участков интенсивных вырубок в разной стадии зарастания, карта модельных площадок и обширная база полевых бланков (более 100), заполненных по единому образцу.

Полученный полевой материал переносился в электронные базы данных создаваемой природоохранной геоинформационной системы (ГИС) НП «Хвалынский».

В процессе полевых работ и последующей обработки полевых материалов уточнялось и дешифрировалось содержание космоснимка, производился химический анализ почвенных и водных проб.

На основе гипсометрической карты и данных микроклиматических наблюдений составлена карта суммарной радиации на модельных площадках в разных типах урочищ. Выполнено дешифрирование космического снимка территории Парка.

В марте 2005 г. была проведена первая снегогеохимическая съемка центрального участка Парка.

Некоторые результаты полевых исследований за 2002–2005 годы

Результаты педохимических работ

Как отмечалось выше, в 2002–2003 гг. в составе комплексных ландшафтно-экологических исследований были выполнены почвенные изыскания. На 81 модельной площадке были заложены почвенные шурфы с их морфологическим описанием и отбором почвенных образцов из различных генетических горизонтов.

Микроэлементный состав почвенных проб, отобранных с глубины 5–10 см (горизонт А), будет рассмотрен ниже.

Почвенные образцы были подготовлены для приближенно-количественного спектрального анализа. Спектральный анализ выполнялся на спектрографе ИСП-28 в лаборатории геологического отдела Института естественных наук Саратовского государственного университета (зав. лаб. З.А. Яночкина).

Приближенно-количественный спектральный анализ проб отвечает всем требованиям, предъявляемым к аналитическим исследованиям по выявлению общей загрязненности территории тяжелыми металлами. В рамках регионального мониторинга эколого-геохимической ситуации в России ежегодно выполняются миллионы элементо-определений тяжелых металлов. Примерно 95% проб анализируются методом приближенно-количественного спектрального анализа.

Данный метод отличает экспрессность и относительная дешевизна, широкий набор определяемых микроэлементов-загрязнителей, достаточная чувствительность и хорошая воспроизводимость.

После выполнения спектрального анализа была осуществлена математико-статистическая обработка полученных результатов, определена стандартная ошибка метода и отбракованы случайные показатели.

Затем в специализированной, созданной в Московском государственном университете, программе MAG были подготовлены математико-картографические модели концентраций наиболее экотоксичных элементов в подвижной форме. К ним были отнесены соединения свинца, хрома, никеля, меди, цинка.

Кроме того, было определено общее валовое содержание в почве марганца и ванадия.

Анализ карт содержания в почве указанных микроэлементов позволил выявить следующие педохимические особенности территории Парка и буферной зоны:

1. По всем рассматриваемым микроэлементам концентрации подвижных и нерастворимых форм не достигают и половины ПДК. Таким образом, с санитарно-гигиенической точки зрения территория Хвалынского национального парка во всех функциональных зонах и на буферной территории является относительно чистой, относящейся к первому, допустимому уровню загрязнения почвы тяжелыми металлами.

2. Обнаружена определенная вариабельность в содержании микроэлементов в верхнем горизонте почвы. Выявилась педохимическая очаговая неоднородность территории, которая различна для разных химических элементов.

3. Относительно повышенных концентраций обнаружены следующие химические ореолы:

– свинца – на севере территории Парка на приводораздельных склонах юго-восточной экспозиции, на вырубках и в мелколиственных лесах недалеко от шоссеной дороги, идущей из Хвалынска на главное шоссе Саратов – Сызрань. Повышенное содержание свинца можно объяснить наличием сети шоссеных дорог в пригородной зоне и относительно оживленным движением в районе Хвалынска и магистрального шоссе;

– положительные геохимические аномалии хрома отмечены в северной части территории и локально вдоль трассы Саратов – Сызрань, что также может быть объяснено движением транспорта по автомагистрали;

– повышенные концентрации подвижных форм никеля выявлены в северной, центральной и южной частях обследованной территории. Все они, как правило, приурочены к автотрассе Саратов – Сызрань и шоссе, соединяющему Хвалынск с главной автомагистралью, что, так же как и в предыдущих случаях, предполагает влияние автотранспорта;

– положительные, относительно среднего содержания, аномалии концентрации меди обнаружены на участках, прилегающих к автомагистралям. Наиболее крупный ореол расположен в



северной части территории с наибольшей плотностью автодорог;

– распределение повышенных концентраций цинка также соответствует выявленным ранее закономерностям – вдоль шоссе, пятнами – в северной, центральной и южной частях территории;

– аномалии марганца территориально не соответствуют выявленным закономерностям в распределении других элементов, зато педохимические аномалии ванадия повторяют их – в основном вдоль автодорог и отдельными очагами-ореолами.

Выводы по педохимическим исследованиям

1. Геохимическая нагрузка тяжелых металлов на почвы в пределах Парка является допустимой и не превышает 0,5 ПДК по свинцу, хрому, никелю, меди, цинку, марганцу и ванадию.

2. Ореолы относительного увеличения содержания указанных химических элементов (кроме марганца) расположены вдоль автодорог и зависят от господствующих ветров и рельефа. Наиболее загрязненным следует признать северный пригородный участок Парка.

3. Основным фактором, вызывающим загрязнение почвы тяжелыми металлами, является движение автотранспорта и, следовательно, оживленные автодороги, проложенные по территории Хвалынского национального парка.

Результаты снеговой съемки

Снегогеохимическая съемка была впервые выполнена на территории центрального участка Хвалынского национального парка и в буферной зоне 23–25 марта 2005 г. В.З. Макаровым, Ю.В. Волковым и В.А. Даниловым. Участниками съемки были пройдены лыжные и пешеходные маршруты во всех функциональных зонах парка: лесохозяйственной, рекреационной и заповедной. Изучались высота, структура и плотность снегового покрова в лесах и на вырубках, на лесных полянах, на степных безлесных участках, в садовых плантациях, в населенных пунктах. Снегомерные работы выполнялись на модельных участках и профилях (полигонах-трансектах), расположенных в различных ландшафтных выделах: Западном макросклоне, Главном водоразделе Хвалынских гор, Восточном макросклоне, в балках-ущельях, котловинах-полях, на волжских террасах. В процессе исследований обнаружилась важная роль направлений метелевого переноса, леса и кустарника как механических барьеров на пути движения воздуха, экспозиции и крутизны склонов, интенсивности солнечной радиации, испарения снега на открытых участках. Эти и ряд других факторов ощутимо влияют на пространственную дифференциацию в распределении снежного покрова на территории Парка. Выявлена значительная мощность снежного покрова в лесах на водоразделах и

склоновом мелколесье, а также в тальвегах балок. Здесь высота снега колеблется от 85 до 124 и более сантиметров. На модельных участках были отобраны снежные пробы для последующего геохимического анализа, определены влагозапасы в снежном покрове. Полученные данные входят в базы данных ГИС НП «Хвалынский». Попытка определить геохимический состав твердой (пылевой) и растворенной фракции аэрозолей и твердых частиц в снеговой воде не дала результатов из-за малого количества выпадений в отобранных снеговых пробах.

Результаты биоценологических наблюдений

Маршрутные и полустационарные исследования структуры и состава фитоценозов в различных функциональных зонах Парка позволяют высказать ряд замечаний относительно современного состояния биоценологического покрова центральной части территории Парка.

1. Западная часть территории Парка, включающая водораздельные и склоновые урочища Западного макросклона и Главного водораздельного массива, несет следы былых сплошных вырубок дубовых лесов, продолжавшихся на протяжении по меньшей мере последних 80 лет. Особенно отчетливы следы вырубок вдоль федеральной автодороги Саратов – Сызрань и по дороге на с. Сосновая Маза.

2. Господствующими древесными породами в Парке являются низкоствольный дуб, липа, клен остролистный, осина и береза. Дуб в массе своей низкого бонитета (III в и ниже), часто поражен корневой гнилью и суховершинностью. Все дубравы не семенные, а порослевые, как, впрочем, везде в Саратовской области.

3. Главная природно-историческая ценность древесной растительности Парка – так называемая сосна меловая – сохранилась в восточной части Парка на главном уступе Хвалынских гор, там, где рельеф сильно расчленен, склоны покатые и крутые. Доля естественных сосновых насаждений в составе лесов Парка незначительна – не более 15%.

4. Наиболее привлекательными в рекреационном отношении являются уступ Восточного макросклона и более пологие его склоны, выходящие к Волге и расчлененные балками-ущельями. Здесь наибольшее разнообразие растений, наличие панорамных точек.

5. Повышение рекреационной привлекательности водораздельных урочищ, расположенных вдоль федерального шоссе, требует проведения работ по ландшафтному дизайну.

Общие выводы

Главное направление ландшафтно-экологических работ в Хвалынском национальном парке связано с созданием учебно-научной базы-станции на его территории. Учебно-научный стацио-



нар Саратовского государственного университета будет создан на месте бывшего пионерлагеря «Лесная поляна».

Научные полустационарные и стационарные исследования будут направлены на решение следующих задач:

1. Инвентаризацию и оценку природно-ресурсного и рекреационного потенциала ландшафтно-экологических систем ранга урочище – водосборный бассейн 4–5-го порядков – местность.

2. Разработку и внедрение системы ландшафтно-экологического мониторинга на территории Парка и буферной зоны.

3. Организацию натуральных и дистанционных мониторинговых сезонных наблюдений за состоянием геоэкосистем на модельных полигонах-трансектах и всей территории Парка.

4. Оценку уровней допустимых рекреационных и хозяйственных нагрузок в различных видах и типах биогеосистем на основе данных натуральных наблюдений и имитационного моделирования.

5. Создание природоохранной геоинформационной системы НП «Хвалынский».

УДК 551.50.63

ВЛИЯНИЕ ВЕСЕННИХ ЗАПАСОВ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВЕ И ОСАДКОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗОНЕ ЗАСУШЛИВОЙ ЧЕРНОЗЕМНОЙ СТЕПИ

Ю.Ф. Курдюков¹, М.Ю. Васильева, С.И. Пряхина

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

¹ НИИ СХ Юго-Востока, отдел земледелия и агротехники
E-mail: raiser@mail.saratov.ru

Анализ многолетних данных позволил установить корреляционную зависимость между урожайностью зерновых культур, весенними запасами продуктивной влаги в почве и количеством осадков в отдельные периоды их роста и развития.

Influence of Spring Provision of Productive Moisture in Soil and Precipitation on Cereal's Crop Productivity in Arid Black Earth Steppe

Yu.F. Kurdiukov, M.Yu. Vasilieva, S.I. Pryakhina

Analysis of many years' data lets to determine correlation of the cereal's crop capacity with spring provision of productive moisture in soil and the precipitations quantity in different periods of the cereal's growth and development.

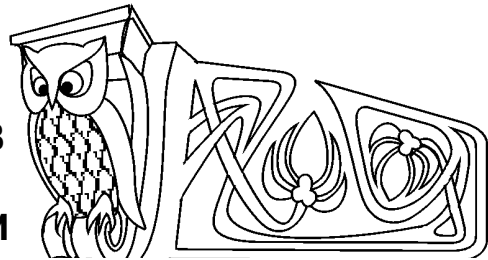
Засушливая черноземная степь Саратовского Правобережья расположена в пределах Чардымо-

6. Обсуждение с коллегами и общественностью научных результатов, полученных путем публикации и организации семинаров и конференций.

Таким образом, есть уверенность, что в работе Хвалынского национального парка появится надежная научная основа.

Библиографический список

1. 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.
2. Технично-экономическое обоснование организации Национального природного парка «Хвалынский» Саратовской области: В 2 т. Саратов, 1995. Т. 1. Объяснительная записка. Раздел «Организация развития лесного хозяйства НП «Хвалынский». 250 с.
3. Анненская Г.Н., Видина А.А., Жучкова В.К. и др. Морфологическое изучение географических ландшафтов // Ландшафтоведение. М., 1963. С. 5–28.
4. Программа и методика биогеоценологических исследований. М., 1974. 237 с.



Курдюмского, Волго-Карамышского и Идолго-Кольшлейского физико-географических районов восточного склона Приволжской возвышенности и занимает промежуточное положение между лесостепной и сухостепной зонами.

Термический режим территории не лимитирует рост и развитие зерновых культур. Определяющее значение в формировании их продуктивности имеют атмосферные осадки, обеспечивающие создание запасов почвенной влаги и условия влагообеспеченности в период вегетации.

Проведенные исследования показали, что за последние 34 года в зоне засушливой черноземной степи гидротермический режим в 39% лет складывался по типу, характерному для лесостепной зоны (осадки более 500 мм), а в 24% лет – по типу сухой степи (осадки менее 390 мм). Большая изменчивость годовых сумм осадков приводит к неустойчивому увлажнению территории и дестабилизации в отдельные годы сельскохозяйственного производства.

Цель данной работы – анализ зависимости урожая зерновых культур от весенних запасов продуктивной влаги (ЗПВ) в метровом слое поч-



вы и количества осадков в отдельные периоды их роста и развития и возможности повышения устойчивости производства зерна. В качестве объекта исследований были выбраны зерновые культуры, относящиеся к разным экологическим группам: озимая пшеница (группа озимых), яровая пшеница (группа ранних яровых), просо (группа поздних яровых).

Основным материалом для исследований послужили данные стационарных опытов отдела земледелия ГНУ НИИСХ Юго-Востока по урожайности культур, весенним запасам продуктивной влаги в метровом слое почвы и лаборатории агрометеорологии по количеству осадков за период с 1972 по 2005 год. Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась методами корреляционного и дисперсионного анализа с использованием компьютерных программ SPSS 12.0 и Microsoft Excel 2000. Степень корреляционных связей оценивалась по общей их классификации, предложенной Э.В. Ивантер и А.В. Коросовым [1]: сильная – более 0,70; средняя – от 0,50 до 0,69; умеренная – от 0,30 до 0,49; слабая – от 0,20 до 0,29; очень слабая – менее < 0,19. Оценка степени изменчивости признака (коэффициент вариации – C_v) проводилась согласно Б.А. Доспехову [2]: $C_v < 10\%$ – незначительная; $10\% < C_v < 20\%$ – средняя; $C_v > 20\%$ – значительная.

Методом корреляционного анализа было установлено, что зависимость между урожайностью зерновых культур и агроклиматическими величинами не всегда носят линейный характер. В таких случаях рассчитываются не коэффициенты линейной корреляции (r), а значения корреляционных отношений (η). Корреляционное отношение η является общим показателем тесноты связи любой формы. В случае линейной связи корреляционное отношение и коэффициент линейной корреляции по величине близки. Кроме того, корреляционное отношение в отличие от коэффициента корреляции всегда имеет положительное значение и лежит в пределах $0 \leq \eta \leq 1$ [3].

Засушливая черноземная степь в климатическом отношении отличается значительными колебаниями весенних запасов продуктивной

влаги (ЗПВ) в метровом слое почвы. Наименьшие колебания их наблюдаются в период весеннего возобновления вегетации (2-я декада апреля) под озимой пшеницей – $C_v = 0,14 \pm 0,02$, наибольшие – в посев яровой пшеницы (3-я декада апреля) – $C_v = 0,18 \pm 0,02$ и проса (3-я декада мая) – $C_v = 0,19 \pm 0,05$. Таким образом, изменчивость весенних ЗПВ в метровом слое почвы под озимой пшеницей значительно меньше (14%), чем изменчивость в посев яровой пшеницы и проса (18–19%).

Исследование динамики продуктивной влаги (ПВ) в метровом слое почвы под зерновыми культурами показало, что весенние запасы воды под озимой пшеницей в среднем на 7–9% выше, чем под яровой пшеницей и просом. Это объясняется тем, что они создаются не только осадками холодного периода, но и влагой, содержащейся в почве парового поля после посева озимой пшеницы. По средним многолетним данным в метровом слое почвы в период возобновления вегетации озимой пшеницы (2-я декада апреля) содержится 153 мм весенних ЗПВ, в посев яровой пшеницы (3-я декада апреля) – 142 мм, на начало сева проса (3-я декада мая) – 139 мм, что и составляет около 30% годовой суммы осадков. Таким образом, при одинаковом количестве выпавших осенне-зимних осадков запасы ПВ в метровом слое почвы под исследуемыми культурами неодинаковы. В 83% лет величина ПВ уменьшалась от весеннего возобновления вегетации озимой пшеницы к моменту сева проса, и только в 17% случаев выпавшие весенние осадки смогли незначительно повысить ее количество.

Расчет вероятности лет с различным весенним увлажнением почвы показал, что наилучшие условия складываются для озимой пшеницы – 47% лет с запасами более 150 мм. Для яровой пшеницы и проса вероятность таких лет снижается на 11 и 16% соответственно и возрастает число лет с запасом ПВ менее 100 мм (табл. 1). Следует отметить, что если в годы с весенними запасами влаги в почве меньше 100 мм урожай яровой пшеницы катастрофически низкий – 0,1–0,26 т/га, то просо в такие годы дает в среднем 1,62 т/га.

Таблица 1

Вероятность, %, лет с различным весенним увлажнением в метровом слое почвы под зерновыми культурами

Культура	> 200 мм	150÷200 мм	100÷150 мм	< 100 мм
Озимая пшеница	3	44	53	0
Яровая пшеница	0	36	58	6
Просо	0	31	61	8

Была проведена сравнительная оценка полученной вероятности весенних ЗПВ в метровом слое почвы с данными прошлых лет [4], которая показала, что за последние 33 года произошли существенные изменения в накоплении весенних запасов влаги в почве. Так, например, уменьшилось число лет с возможными весенними запасами

более 200 мм до 1% и запасами менее 100 мм до 5%. Увеличилась вероятность лет с достаточными для зерновых культур запасами почвенной влаги от 150 до 200 мм до 37% и запасами от 100 до 150 мм до 57%. Несмотря на это, в 62% лет ЗПВ в почве весной не достигают значений наименьшей полевой влагоемкости (НПВ) – 170 мм (табл.2).



Таблица 2

Динамика вероятности, %, лет с различным весенним увлажнением в метровом слое почвы

Периоды	> 200 мм	150÷200 мм	100÷150 мм	< 100 мм
По П.Г. Кабанову (1891–1972 гг.)	10	23	49	18
1973–2005 гг.	1	37	57	5
Отклонение	–9	+14	+8	–13

По мнению П.Г. Кабанова [4], осенне-зимние осадки хорошо сохраняются в почве и являются резервным фондом на случай атмосферных засух для всех зерновых культур. В годы с атмосферной засухой корневая система благодаря увлажнению глубинных слоев почвы может поставлять наземным частям растений воду и тем самым снижать риск повреждения посевов в период высокого напряжения транспирации.

Е.С. Улановой [3] для зоны недостаточного летнего увлажнения Украины и Северного Кавказа было установлено, что между ЗПВ в почве и урожайностью зерновых культур существует тесная зависимость, которая может носить как линейный

($r = 0,86 \pm 0,03$), так и нелинейный ($\eta = 0,73 \pm 0,06$) характер. Для выяснения характера зависимости между этими величинами в зоне черноземной степи были рассчитаны коэффициенты линейной корреляции (r) и корреляционные отношения (η). Теснота линейной связи для озимой пшеницы и проса ($r = 0,212$ и $r = 0,290$ соответственно) оценивается как слабая, для яровой пшеницы ($r = 0,326$) – умеренная. Найденные корреляционные отношения показали более тесную связь между урожайностью культур и весенними ЗПВ в слое почвы 0–100 см в период отрастания озимой пшеницы ($\eta = 0,286$), в посев яровой ($\eta = 0,504$) и проса ($\eta = 0,351$) (табл.3).

Таблица 3

Корреляционная зависимость между весенними ЗПВ в слое 0–100 см и урожайностью зерновых культур

Культура	Коэффициент линейной корреляции	Погрешность ($\pm\sigma_r$)	Корреляционное отношение	Погрешность ($\pm\sigma_\eta$)
Озимая пшеница	0,212	0,16	0,286	0,16
Яровая пшеница	0,326	0,15	0,504*	0,13
Просо	0,290	0,16	0,351	0,15

* Уровень значимости – 0,05.

В случае озимой пшеницы исследуемые связи, как линейные, так и нелинейные, получились слабыми и статистически незначимыми. Это можно объяснить тем, что в годы исследований (1974–2005 гг.) урожай озимой пшеницы в большей степени определяли осенние и весенне-летние условия вегетации, а не весенние ЗПВ в метровом слое почвы.

В отличие от озимой пшеницы, средняя и значимая теснота связи между урожайностью яровой пшеницы и весенними ЗПВ влаги в метровом слое почвы обнаруживается вполне уверенно. Однако, несмотря на то что корреляционное отношение превышает стандартное отклонение почти в 4 раза и является статистически значимым, стандартные отклонения самих исследуемых величин велики (стандартное отклонение урожайности яровой пшеницы – $\sigma = 0,822 \pm 0,10$, весенних ЗПВ в метровом слое почвы – $\sigma = 24,80 \pm 4$). Поэтому использовать величину весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в качестве предиктора урожайности яровой пшеницы для зоны засушливой черноземной степи не представляется возможным. Даже при одинаковых весенних ЗПВ в метровом слое почвы 150–152 мм в зависимости от последующих агрометеорологических условий роста и развития яровой пшеницы

мы можем получить урожай и 1,05 т/га (2000 г.), и 2,56 т/га (1982 г.).

У проса зависимость урожайности от весенних ЗПВ в почве по сравнению с яровой пшеницей снижается в 1,4 раза, но остается в 1,2 раза выше, чем у озимой пшеницы.

В засушливые годы вследствие быстрого (в течение 7–10 дней) иссушения верхнего слоя 0–3 см узловые корни яровых зерновых культур не образуются или имеют слабое развитие. В результате на фоне высоких весенних запасов почвенной влаги получают низкую урожайность. Отсюда и невысокая связь урожайности культур с запасами влаги.

Другим фактором, определяющим влагообеспеченность посевов зерновых культур в зоне засушливой черноземной степи, являются осадки.

Среднегодовая сумма осадков за период с 1972 по 2005 г. составила 487 мм, с колебаниями по годам от 290 до 654 мм. Степень их изменчивости значительная – 23% ($Cv = 0,23 \pm 0,03$). Годы с недостаточным увлажнением (менее 400 мм), как и годы с высоким (более 600 мм), имели одинаковую повторяемость – 24%.

Амплитуда колебания урожайности зерновых культур по годам не менее высокая, чем осадков.



Так, при средней урожайности озимой пшеницы в 3,38 т/га ее изменчивость составляет 38% ($C_v = 0,38 \pm 0,05$, $\sigma = 1,28 \pm 0,16$). При средней урожайности яровой пшеницы 1,56 т/га ее колебание возрастает до 53% ($C_v = 0,53 \pm 0,06$, $\sigma = 0,822 \pm 0,1$). Вариабельность урожайности проса такая же, что и озимой пшеницы: при средней урожайности 2,25 т/га она составляла 40% ($C_v = 0,4 \pm 0,05$, $\sigma = 0,964 \pm 0,12$). Таким образом, в черноземной степи урожайность озимой пшеницы и проса более устойчивая, чем яровой пшеницы.

Для выявления периодов вегетации, в которые осадки в большей степени оказывают влияние на формирование урожая, были построены корреляционные матрицы зависимости урожайности от осадков (табл.4). При этом осадки апреля рассматривались от момента весеннего возобновления вегетации озимых культур, т.е. от перехода средней суточной температуры через $+5^\circ\text{C}$.

Установлено, что наиболее тесная связь урожайности озимой пшеницы с осадками, хотя и статистически незначимая, наблюдается с апреля по май ($\eta = 0,389 \pm 0,15$). При этом наибольший вклад в формирование урожая вносят осадки мая ($\eta = 0,341 \pm 0,15$). В целом за период весенне-летней вегетации с апреля по июль теснота связи оценивается как умеренная ($\eta = 0,375 \pm 0,15$). Найти устойчивые связи только между осадками и урожайностью озимой пшеницы не удастся из-за большего, чем у яровых культур, числа факторов, определяющих продуктивность данной культуры.

У яровой пшеницы максимальная, статистически значимая величина корреляции урожайности с выпадающими осадками обнаруживается в мае–июле ($\eta = 0,653 \pm 0,10$). Наибольший вклад в формирование урожая вносят осадки мая и июня ($\eta = 0,593 \pm 0,11$). Устойчивая средняя по тесноте связь сохраняется практически весь период вегетации ($\eta = 0,540 \pm 0,12$).

Таблица 4

Корреляция между суммой осадков, ΣP , и урожайностью зерновых культур

Сумма осадков	Озимая пшеница	$\pm\sigma$	Яровая пшеница	$\pm\sigma$	Просо	$\pm\sigma$
ΣP_{IV}	0,220	0,16	0,216	0,16	–	–
ΣP_V	0,341	0,15	0,461	0,14	0,646*	0,10
ΣP_{VI}	0,218	0,16	0,522*	0,12	0,511*	0,13
ΣP_{VII}	0,083	0,17	0,283	0,16	0,185	0,17
ΣP_{VIII}	–	–	0,230	0,16	0,086	0,17
ΣP_{IV-V}	0,389	0,15	0,446	0,14	–	–
ΣP_{IV-VI}	0,382	0,15	0,523*	0,12	–	–
ΣP_{IV-VII}	0,375	0,15	0,640*	0,10	–	–
$\Sigma P_{IV-VIII}$	–	–	0,631*	0,10	–	–
ΣP_{V-VI}	0,320	0,15	0,593*	0,11	0,693*	0,09
ΣP_{V-VII}	0,261	0,16	0,653*	0,10	0,657*	0,10
ΣP_{V-VIII}	–	–	0,613*	0,11	0,636	0,10
ΣP_{VI-VII}	0,179	0,17	0,523	0,12	0,377	0,15
$\Sigma P_{VI-VIII}$	–	–	0,540*	0,12	0,388	0,15
$\Sigma P_{VII-VIII}$	–	–	0,269	0,16	0,089	0,17

* Значимость на 5-процентном уровне.

Относительно высокие, статистически значимые коэффициенты получены при расчете взаимной корреляции урожайности проса с суммой осадков мая–июня ($\eta = 0,693 \pm 0,09$), в основном за счет осадков мая ($\eta = 0,646 \pm 0,10$) и июня ($\eta = 0,511 \pm 0,13$). Величина корреляции за весь вегетационный период (май–август) составила $\eta = 0,636 \pm 0,10$. Поскольку сроки посева проса – 3-я декада мая, то связь урожая проса с осадками предшествующего посеву периода можно объяснить их аккумуляцией в пахотном слое и положительным воздействием на элементы

продуктивности I и II этапов органогенеза: полевою всхожесть, габитус растений, кустистость. Сравнимая коэффициенты корреляции, полученные для яровой пшеницы, с коэффициентами, рассчитанными для проса, можно отметить, что зависимость урожайности проса от осадков близка к яровой пшенице.

Анализ зависимостей, выраженных через корреляционное отношение, позволил выделить периоды, в которые выпавшие осадки в наибольшей степени оказывают влияние на формирование урожая. Для озимой пшеницы – это осадки в



апреле–мае, для яровой пшеницы – в мае–июне, для проса – в мае–июне. На урожайность всех трех культур оказывают влияние осадки мая. В последние годы они имеют устойчивую тенденцию к снижению, хотя и в пределах климатической нормы. Изменчивость их по годам очень высокая – 76% ($C_v = 0,76 \pm 0,09$), как и стандартное отклонение $\sigma = 28 \pm 3$ мм. Практически отсутствует связь осадков августа с продуктивностью яровой пшеницы и проса.

На основании вышеизложенного были рассмотрены среднепогодные суммы осадков по группам лет с разным уровнем продуктивности культур: урожайные (урожайность > 120% тренда), среднеурожайные (80–120% тренда) и неурожай-

ные (< 80% тренда). Так, в урожайные годы для озимой и яровой пшеницы в основном наблюдается превышение суммы осадков над средними многолетними значениями в среднем на 22–25%. Для формирования высокого урожая проса достаточно, чтобы количество осадков за май–июнь соответствовало средней многолетней величине – 122 мм. В неурожайные для озимой и яровой пшеницы годы отмечается недобор осадков до средней многолетней величины в среднем на 26–28%. Низкие урожаи проса получают в годы с количеством осадков в мае–июне ниже среднего многолетнего значения на 61%. С одной стороны, просо отзывчиво на осадки, а с другой, – потребность в них ниже, чем у яровой пшеницы (табл.5).

Таблица 5

Количество осадков в отдельные периоды весенне-летней вегетации зерновых культур в годы с разным уровнем урожайности, мм

Период (культура)	Средняя многолетняя сумма осадков	Урожайные	Среднеурожайные	Неурожайные
Апрель–май (озимая пшеница)	57	71	54	41
Май–июль (яровая пшеница)	139	170	139	103
Май–июнь (просо)	122	122	91	47

Несмотря на то что корреляционная зависимость между урожайностью и осадками в весенне-летний период вегетации культур оценивается как умеренная (озимая пшеница) и средняя (яровая пшеница, просо), их влияние на формирование урожая в зоне засушливой черноземной степи существенно. Значительные колебания осадков по годам, неравномерное их распределение в течение вегетационного периода и сложность прогнозирования были и остаются основным лимитирующим фактором в получении стабильных урожаев зерновых культур в природной зоне.

Анализ результатов исследований свидетельствует, что при создающихся в черноземной степи весенних запасах почвенной влаги в почве уровень урожайности зерновых культур разных экологических групп (озимых, ранних и поздних яровых) определяют условия влагообеспеченности, которые складываются в весенне-летний период (у озимых дополняются условиями осени и зимовки).

По сравнению с ранними зерновыми культурами ($C_v = 0,53 \pm 0,06$) меньшую вариабельность

урожайности по годам имеют озимые ($C_v = 0,38 \pm 0,05$) и поздние ($C_v = 0,40 \pm 0,05$).

Наиболее тесную связь урожайность озимой пшеницы имеет с осадками в апреле – мае, яровой пшеницы и проса – в мае – июне.

Повышению урожайности зерновых культур может способствовать сохранение влаги в почве при прохождении I и II этапов органогенеза и рациональное ее использование. Последнее достигается возделыванием в севооборотах озимых и поздних яровых культур, отличающихся меньшей изменчивостью урожайности по годам.

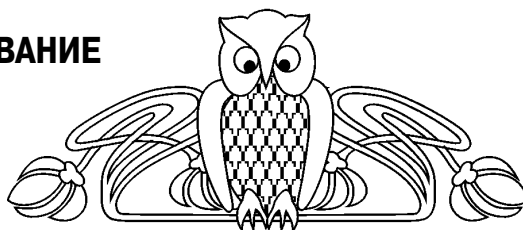
Библиографический список

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб., 2000. 350 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
3. Уланова Е.С., Забелин В.Н. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии. Л., 1990. 207 с.
4. Кабанов Г.П. Погода и поле. Саратов, 1975. 238 с.



УДК 911.3:613(528.94)

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В КРУПНОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ГОРОДЕ (на примере г. Балаково)



А.Н. Павлова, Н.А. Чумаченко, Е.И. Ермолаева¹

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

¹ Министерство здравоохранения и социальной поддержки
Саратовской области
E-mail: mzsps@saratov.gov.ru

Данная работа посвящена анализу медико-экологической обстановки в современном крупном промышленном городе (на примере г. Балаково Саратовской области).

Предметом такого исследования является, прежде всего, изучение зависимости между загрязненностью окружающей среды в пределах города и заболеваемостью населяющих его жителей. В работе представлена методика геоинформационного картографирования, а также некоторые промежуточные результаты анализа медико-экологической обстановки в г. Балаково. Рассмотрен ряд закономерностей в вопросах зависимости между экологической обстановкой и заболеваемостью. Сформулированы некоторые общие принципы обработки исходных данных для такого рода исследований.

Geoinformational Mapping of Medico-ecological Situation in Large industrial City (by the Example of Balakovo City)

A.N. Pavlova, A.N. Chumachenko, E.I. Ermolaeva

Present paper is devoted to a problem of the analysis of medico-ecological situation in large industrial city (by the example of Balakovo city of Saratov region). An object of such investigation is, first of all, the studying of correlation between pollution of the environment in the city and morbidity of citizens. In the current paper the GIS-method and some intermediate results of the analysis of medico-ecological situation in Balakovo are presented. Some features of input data processing are considered.

В настоящее время крупные промышленные города являются центрами острейших экологических проблем. Одно из негативных последствий прогрессирующей урбанизации – загрязнение городской среды и связанное с ним ухудшение здоровья населения. Утверждать, что состояние здоровья населения напрямую зависит от экологического состояния территории, неправомерно. Очевидно, что велика роль медико-генетических факторов, образа жизни и качества питания, уровня развития здравоохранения и др. В то же время отрицать существенное влияние различных неблагоприятных экологических параметров городской среды на здоровье человека нельзя. Показатели заболеваемости населения в большой степени можно считать индикаторами экологической ситуации в городе.

Оценка вклада каждой группы факторов в общую структуру заболеваемости населения является предметом медико-экологических исследований. Результаты таких исследований позволяют разработать научно обоснованный комплекс мер по первичной профилактике заболеваний, в этиологии которых присутствует экологический компонент. На физическое и психическое здоровье горожан оказывают непосредственное влияние высокие уровни антропогенной нагрузки, загрязнения, геохимические аномалии, низкое качество питьевой воды, шумовые и электромагнитные воздействия. Эта ситуация усугубляется скученностью населения, транспортными проблемами, визуальным однообразием застройки, отсутствием зеленых насаждений и др.

Таким образом, состояние здоровья населения жителей города зависит от множества факторов: социальных, экологических, санитарно-гигиенических, природно-ландшафтных, планировочно-функциональных и т.п. Все они взаимодействуют и пространственно варьируются. Отсюда возникают непростые задачи инвентаризации и учета всех факторов, влияющих на здоровье горожан. Еще более сложная и исключительно необходимая задача – определение корреляционных отношений между различными факторами и заболеваемостью населения города [1].

Исследование действия вредных факторов окружающей среды на состояние здоровья продолжает оставаться одной из наиболее актуальных научных проблем современности. Решение этой проблемы вряд ли может быть абсолютным. В то же время анализ территориальных аспектов медико-экологических проблем и поиск наиболее значимых факторов, обуславливающих ухудшение здоровья населения, позволяют выстраивать систему мероприятий по улучшению экологической ситуации и принятию управленческих решений по медицинскому обслуживанию населения конкретных участков городской среды уже сейчас.

К наиболее мощным и современным средствам подобного исследования и анализа относятся методы геоинформационного картографирования медико-экологической ситуации, а также математико-картографическое моделирование влияния экологических факторов на уровень заболеваемости населения с применением ГИС-технологий.

В данной работе представлена методика, а также некоторые промежуточные результаты анализа медико-экологической обстановки в Балаково.



Балаково – второй по численности населения и промышленному потенциалу город Саратовской области. Рядом с городом находятся Саратовская ГЭС, Балаковская АЭС. Построены и производят продукцию химические и нефтехимические предприятия, предприятия машиностроения. Естественно, столь крупный промышленный узел, где на ограниченной площади сосредоточены десятки предприятий, создал ярко выраженную техногенную геохимическую аномалию, обусловленную крупнотоннажными выбросами и сбросами в воздушную и водную среды, и способную, в свою очередь, в той или иной мере повлиять на уровень заболеваемости жителей города.

Медико-экологическое исследование территории Балаково, по нашему мнению, должно включать следующие основные этапы:

1. Выбор операционной территориальной единицы (ОТЕ) анализа разнообразной информации.

2. Создание базы данных экологических параметров городской среды.

3. Расчет показателей загрязнения почвенного и снежного покрова по ОТЕ.

4. Создание базы данных медицинских показателей состояния здоровья населения Балаково.

5. Геокодирование (географическая привязка) медицинских показателей к электронной карте города.

6. Расчет показателей заболеваемости населения различными видами болезней по ОТЕ.

7. Геоинформационное картографирование медико-экологической ситуации и математико-картографическое моделирование влияния экологических факторов на уровень заболеваемости населения: создание карт, отражающих общую картину заболеваемости слоев населения, вычисление корреляционных зависимостей между отдельными заболеваниями и различными природными и техногенными факторами.

Выбор картографируемых территориальных ячеек – операционных территориальных единиц (ОТЕ), которые бы отражали совокупность географических, экологических, социально-экономических предпосылок заболеваемости населения, является одной из проблем медико-экологического картографирования. В качестве элементарных картографируемых единиц могут быть приняты любые территориальные ячейки: административные – кварталы, педиатрические участки, геоэкологические – зоны воздействия промышленных предприятий, крупных автомагистралей и т.п. Именно для данных территориальных выделов в дальнейшем производится определение относительных стандартизированных экологических и медицинских показателей.

На наш взгляд, в качестве базовой ОТЕ медико-экологических исследований можно использовать границы так называемых морфотипов жилой застройки. Это территориальные выделы, относительно однородные по характеру и возрасту

жилой застройки, расположенные в относительно схожих природно-ландшафтных и экологических условиях. Морфотипы жилой застройки как элементарные картографируемые единицы могут использоваться для природных, социальных, экономических исследований городской среды. В границах морфотипов анализируются и основополагающие медицинские показатели [1].

На территории Балаково с учетом типа застройки и функционального использования была выделена 201 ОТЕ: 7 – в центральном районе города, 73 – в заканальном и 121 – в островном районе, где преобладает частный сектор.

Несмотря на то что Балаково имеет сложную промышленно-селитебную застройку, в городе действует всего 3 стационарных поста, фиксирующих состояние воздушного бассейна. Иными словами, получение достоверной информации о пространственном распределении загрязняющих веществ в пределах городской территории является довольно сложной задачей. Учитывая этот факт, при анализе экологической обстановки в городе целесообразно рассматривать состояние почвенного и снежного покровов – природных сред, депонирующих загрязнения и легко доступных для изучения по любой заранее заданной сети точек отбора проб.

Для создания базы данных геохимических показателей использовались данные снегомерной съемки марта 1998 г. и литохимической съемки августа 1998 года. Как показывает опыт, геохимические аномалии на территории города достаточно устойчивы в течение нескольких лет. В то же время нужно отметить, что почва и снежный покров отражают различные временные характеристики загрязнения атмосферного воздуха. Так, содержание загрязняющих веществ в поверхностном слое городских почв является результатом многолетнего воздействия загрязненного атмосферного воздуха, в снежном покрове, очевидно, отражается существующее загрязнение атмосферного воздуха. В процессе съемки в городской черте и ближайшем пригороде было отобрано 149 снеговых и 305 почвенных проб. Фоновые пробы были взяты близ с. Маянга и Подлесное в 15 и 40 км к юго-западу от балаковского промышленного узла. В результате химического анализа получены данные по содержанию растворимой фракции металлов (подвижной формы) в фильтрате снеговой воды (жидкая фракция), содержанию тяжелых металлов в оставшейся на фильтре пыли (твердая фракция), а также по содержанию химических элементов в верхнем слое почвы. Места отбора почвенных и снеговых проб были нанесены на карты. Путем создания цифровой модели для каждого химического элемента пробы, методом интерполяции рассчитывались аналогичные показатели загрязнения для каждой ОТЕ. Для каждого территориального выдела также определялось превышение показателей загрязнения над фоновыми значениями.



На картах загрязнения снежного покрова пылевыми выпадениями металлов (твердая фракция) показаны геохимические аномалии по отношению к фону по свинцу, цинку, мышьяку, никелю. Создан пакет карт, отражающих загрязнение снежного покрова.

Исходя из анализа почвенных данных, выявлены наиболее значительные геохимические аномалии относительно фона по содержанию свинца, серебра, цинка, олова, в меньшей степени – меди и фосфора. Загрязнение почв

отражено на соответствующих моноэлементных картах, а также на карте суммарного загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами (рис. 1).

Анализ геохимических карт показал, что почвенный и снежный покровы Балаково оказались загрязненными многими тяжелыми металлами, что свидетельствует о высоком уровне техногенного давления на природную среду города предприятий стройиндустрии, теплоэнергетики, транспорта, химии, машиностроения.

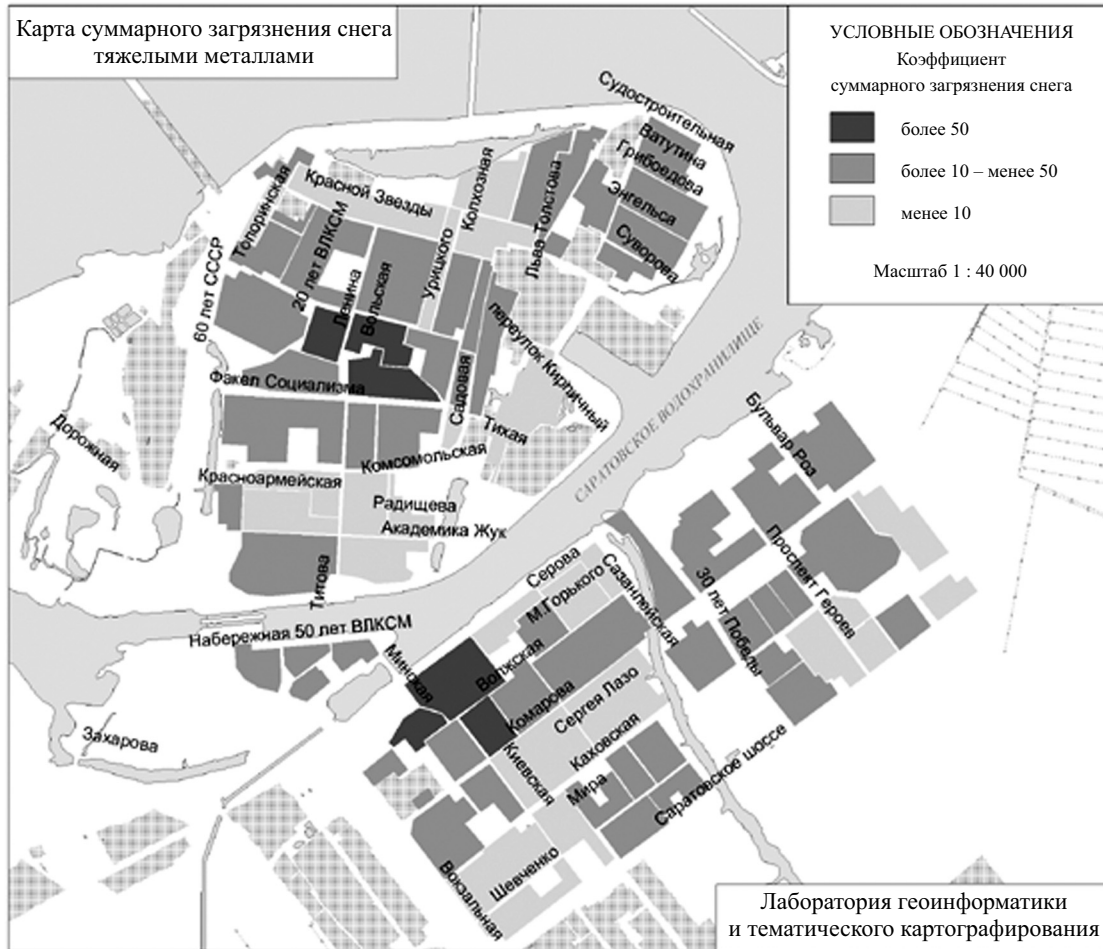


Рис. 1. Карта суммарного загрязнения снега тяжелыми металлами

Блок данных о состоянии здоровья при анализе медико-экологической ситуации в городе может включать самые разные показатели. В работах, посвященных изучению воздействия экологической обстановки на уровень заболеваемости, считается целесообразным учитывать заболеваемость детей.

Детский контингент – своеобразная индикаторная группа, отражающая реакцию населения на вредные воздействия факторов среды. Целесообразность учета именно детской заболеваемости определяется рядом факторов, среди них – меньшая подверженность детского населения внутригородской миграции, отсутствие влияния на здоровье профессиональных

факторов, повышенная чувствительность к качеству среды обитания, связанная с анатомо-физиологическими особенностями детского организма и др. Таким образом, анализ именно детского здоровья позволяет делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний [2].

Данное исследование здоровья населения города Балаково базируется на результатах проекта «Диспансеризация детей – 2002».

Исходя из анализа этих данных, можно сказать, что Балаково отличается неблагоприятной медицинской ситуацией. Из 50 тыс. человек, охваченных диспансеризацией, только 10 тыс. можно считать здоровыми. 78% детского населения



имеют какое-либо заболевание. На первом месте стоят заболевания опорно-двигательного аппарата, на втором – заболевания нервной системы и органов чувств (в частности, ослабленное зре-

ние), на третьем – болезни эндокринной системы (рис. 2). Примерно 5 тыс. детей страдают стоматологическими заболеваниями и заболеваниями пищеварительного тракта.

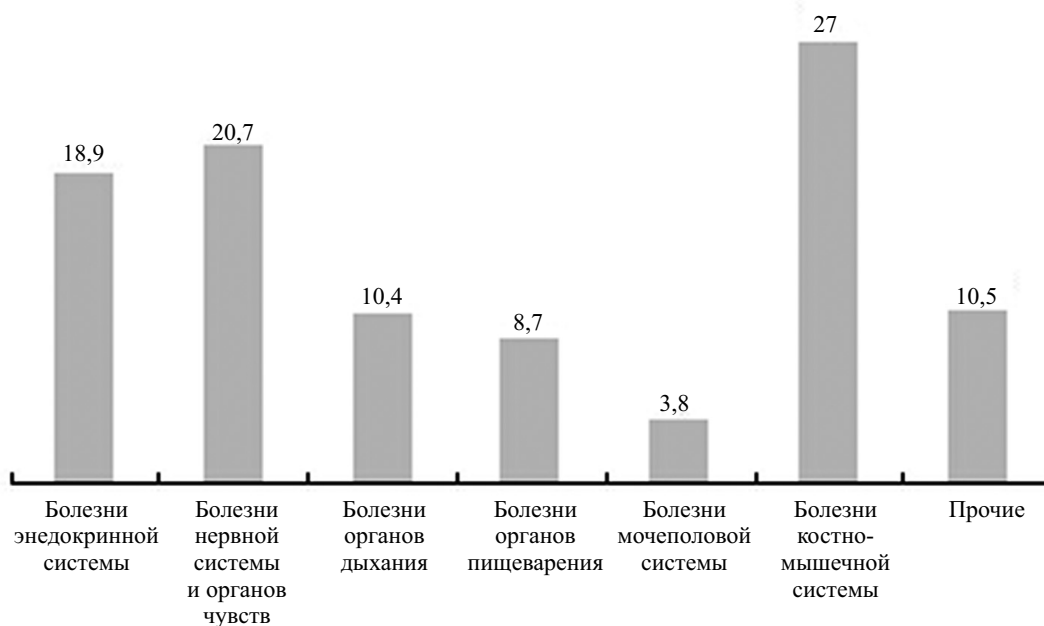


Рис. 2. Процентное соотношение детской заболеваемости (по данным проекта «Диспансеризация – 2002»)

Следующий этап – «привязка» данных диспансеризации к электронной карте Балаково. Для этого была использована геоинформационная система Балаково. По итогам геокодирования каждый ребенок был территориально локализован на карте города. Общее количество детей, проживающих в пределах городской черты, составляет 41980 человек. Далее данные диспансеризации, содержащие более 100 показателей, пересчитывались на выделенные территориальные единицы для последующего анализа взаимосвязи конкретных заболеваний с определенными факторами загрязнения окружающей среды. Заболеваемость детского населения оценивалась числом случаев заболеваний на 1000 детей по основным классам болезней в соответствии с международной классификацией болезней (МКБ-10):

- Инфекционные и паразитарные болезни.
- Новообразования.
- Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм.
- Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ.
- Болезни нервной системы и органов чувств.
- Болезни системы кровообращения.
- Болезни органов дыхания.
- Болезни органов пищеварения.
- Болезни кожи и подкожной клетчатки.
- Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани.
- Болезни мочеполовой системы.

– Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин.

В результате анализа этих данных был создан пакет медико-географических карт, отражающих заболеваемость вышеперечисленными классами болезней, а также отдельными видами заболеваний, в этиологии которых присутствует экологический компонент по ОТЕ. Так, в качестве примера можно привести карту, отражающую распространение заболевания щитовидной железы (рис. 3).

В блоке математико-картографического моделирования важное место занимает анализ корреляционной зависимости, который, в свою очередь, предполагает выполнение ряда подготовительных операций над массивами данных. Исходные данные, отражающие экологическую ситуацию и уровень детской заболеваемости в каждой ОТЕ, можно представить в виде матрицы из 201 строки, которые соответствуют ОТЕ, и 53 столбцов данных. Экологическую ситуацию описывает комплекс из 41 характеристики (результаты анализа проб почв – 22 характеристики, результаты анализа проб снега (твердая фракция) – 6 характеристик, результаты анализа проб снега (жидкая фракция) – 13 характеристик), уровень детской заболеваемости – 12 характеристик.

Характеристиками заболеваемости, как уже указывалось выше, является количество детей (из расчета на 10 тыс. детского населения ОТЕ), перенесших инфекционные и паразитарные болезни; имеющих новообразования; страдающих болезнями крови, кроветворных органов и отде-

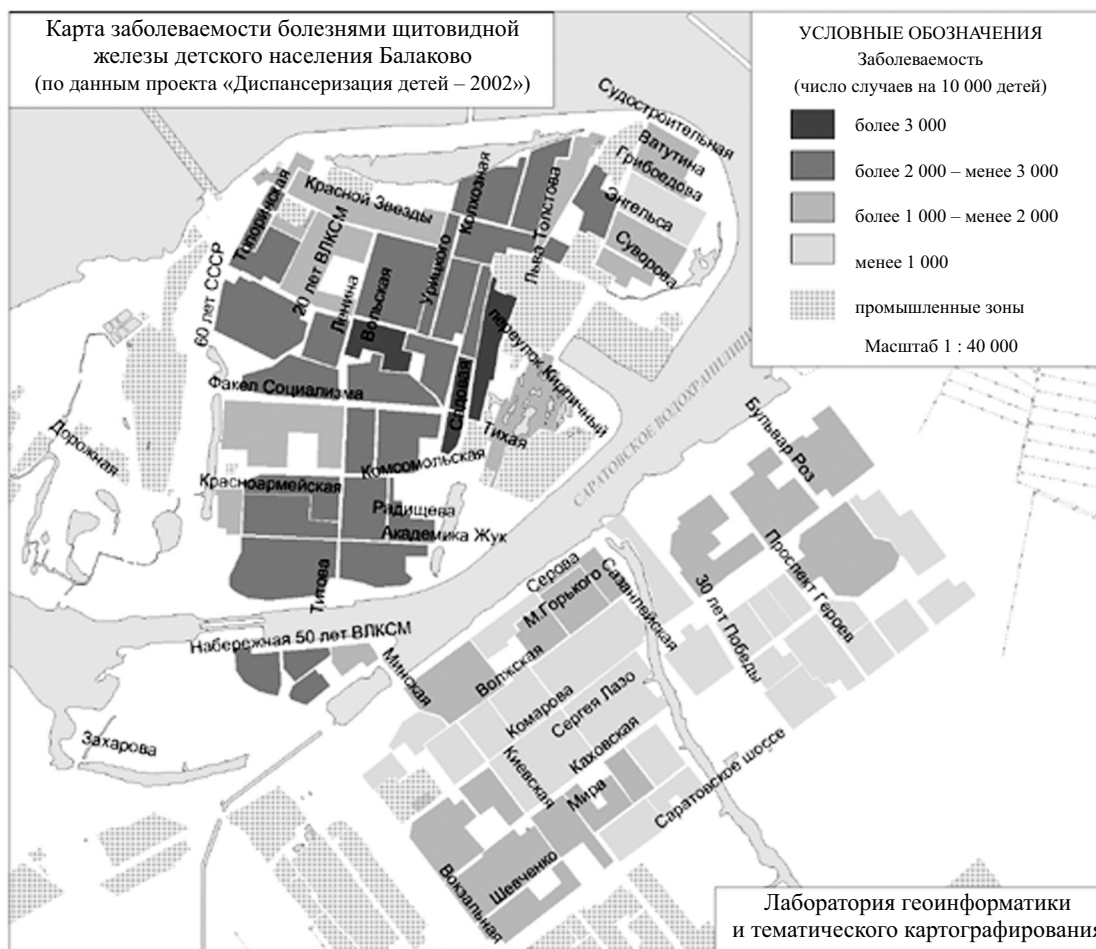


Рис. 3. Карта заболеваемости болезнями щитовидной железы детского населения Балаково

льными нарушениями, вовлекающими иммунный механизм, болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушением обмена веществ, болезнями нервной системы и органов чувств, болезнями системы кровообращения, болезнями органов дыхания, болезнями кожи и подкожной клетчатки, болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезнями мочеполовой системы, получивших травмы, перенесших отравление и другие заболевания, связанные с воздействием внешних причин.

Очевидно, что среди выбранных для исследования 53 параметров многие являются несоизмеримыми друг с другом в силу того, что имеют разные размерности, а диапазоны их значений могут различаться не на один порядок. Для устранения этих неудобств и возможности в дальнейшем построить графики распределения значений каждой характеристики в одном масштабе произведена их нормировка по максимальным значениям таким образом, чтобы исследуемые характеристики располагались в диапазоне от 0 до 1 (при этом минимальное значение каждой из характеристик соответствует нулю, а максимальное – единице).

По результатам визуального анализа графиков распределения исследуемых характеристик были выявлены аномальные максимальные значения, которые впоследствии были удалены из рассмотрения.

Расчет корреляции предполагает вычисление коэффициентов корреляции двумя методами. Метод линейной корреляции (корреляции Пирсона) применяется для определения меры соответствия двух признаков, выраженных количественно, иными словами, для численных величин. Это параметрический метод, который (как и прочие параметрические) требует соответствия распределения данного исследуемого признака закону нормального распределения. В отличие от метода линейной корреляции, метод ранговой корреляции (корреляция Спирмена) применим к любым количественно измеренным или ранжированным данным. С помощью этого метода можно измерять согласованность изменения разных признаков у одного испытуемого или выявлять совпадения индивидуальных ранговых показателей у двух испытуемых.

Анализ результатов расчетов парных коэффициентов корреляции позволяет сделать вывод,



что между собой характеристики различных групп коррелируют слабо. При этом особенно примечательным для нас является тот факт, что значения коэффициентов корреляции между показателями заболеваемости и степенью загрязнения не превосходят 0,5. Более того, это же относится и к одним и тем же химическим элементам, наличие которых измерялось в различных фракциях (свинец, цинк, никель, медь, мышьяк).

Однако некоторые параметры из числа характеризующих концентрацию химических элементов в окружающей среде довольно сильно коррелируют с другими аналогичными параметрами. Следовательно, можно сделать вывод об избыточности состава изначально выбранных характеристик и необходимости снижения признакового пространства.

Одной из целей данного исследования являлась проверка методики на пригодность подобного анализа. Проверка должна осуществляться в условиях полной уверенности в адекватности прочих составляющих. Ввиду отсутствия у нас такой уверенности мы можем априори принять саму методику пригодной для анализа соответствующих задач и, исходя из этого положения, искать упущения в формировании блока исходных данных. Такой подход оправдал себя, так как детальный анализ уже первых этапов исследования выявил основные проблемы и позволил сделать определенные выводы, что открывает в последующем два пути возможного развития исследования.

1. Как показали исследования, набор анализируемых параметров является избыточным, что затрудняет расчеты, создает массу лишних, трудно интерпретируемых нюансов («шумов»). Кроме того, не все из исследуемых заболеваний в той или иной степени могут зависеть от экологичес-

кой ситуации, так же, впрочем, как и не все виды загрязнений способны непосредственно повлиять на здоровье человека. Таким образом, следует обратить особое внимание на существенные факторы. Проведенный корреляционный анализ уже позволяет наметить ряд из них.

2. Полученные в ходе предварительной разбивки территории города ОТЕ различаются между собой по площади, численности населения и др. Так, в пределах частной застройки есть ОТЕ, где количество детей не превышает 3–5 человек. Из-за этого большое количество ячеек имеет нулевые показатели заболеваемости. Необходимо учесть при районировании территории плотность детского населения.

Авторы данной статьи изначально отдавали себе отчет в том, что коэффициенты корреляции не смогут в достаточной мере отразить причинно-следственные связи между заболеваемостью детей и параметрами экологического состояния территории. Слишком опосредованной является такая связь и слишком много факторов необходимо учитывать. В то же время корреляционный анализ – это один из первых и один из необходимых шагов для выяснения подобной зависимости и для дальнейшего районирования территории по результатам медико-экологического анализа.

Библиографический список

1. Жуков В. Т., Новаковский Б. А., Чумаченко А.Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. М., 1999. 128 с.
2. Куропан Н.С., Барвигенко Н.Т. Медико-экологические аспекты оценки комфортности городской среды // Геоэкологические проблемы устойчивого развития городской среды. Воронеж, 1996. С.154–156.

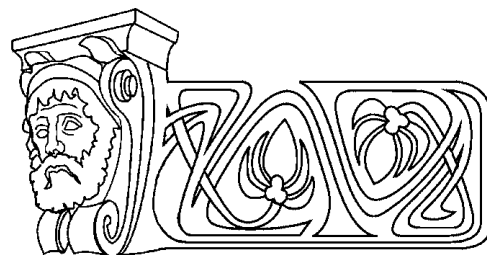
УДК 633:551.5

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.И. Пряхина, Ю.А. Склиаров, М.Ю. Васильева

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

В работе представлен прогноз качества зерна яровой пшеницы, полученный на основе корреляционной связи белковости зерна со средней месячной температурой воздуха июня. Полученное авторами уравнение позволяет оценить качество зерна с месячной заблаговременностью, что имеет важное значение в организации заготовки зерновых культур.



Agrometeorological Forecasts of the Quality of Winter and Spring Wheat in Saratov Region

S.I. Pryakhina, Yu.A. Skliarov, M.Yu. Vasilieva

The forecast of the spring wheat quality is represented in this work. The forecast is composed on the grounds of correlation of the amount of protein in cereal with mean monthly air temperature in June. The equation derived by the authors lets to estimate the cereal's quality in monthly advance. The forecast of the quality of the new harvest cereal composed in advance has an important meaning in organization of cereal provision.



Увеличение производства зерна – ключевая проблема интенсификации сельского хозяйства. В ее решении важное значение имеют прогнозы количества и качества зерна как средства управления производством, заготовкой и распределением сельскохозяйственной продукции.

Климатические и погодные условия оказывают большое влияние на сельскохозяйственное производство. Они в значительной мере определяют урожай сельскохозяйственных культур, качество продукции, затраты на ее производство, особенности агротехнических мероприятий, территориальную специализацию.

При возделывании зерновых культур большое внимание уделяется не только увеличению количества получаемого зерна, но и повышению его качества.

Качество зерна пшеницы, как и другой сельскохозяйственной продукции, во многом зависит от почвенно-климатических условий района ее возделывания. Известно, что с увеличением засушливости климата улучшаются мукомольно-хлебопекарные свойства зерна, повышается содержание в нем белка. Пшеничное зерно, выращенное в засушливых районах, всегда высоко ценится на международном рынке.

Для любого зерна существуют так называемые общепринятые показатели качества. Они чрезвычайно важны, так как позволяют составить предварительное представление о состоянии зерна, решить вопрос о возможности его приема на хранение и самого хранения без потери качества. Именно с их определения начинается оценка каждой партии зерна, и по ним дается направление на размещение зерна в хранилищах.

К общезначимым показателям зерна, прежде всего, относят те признаки, которые могут быть определены при помощи органов чувств. Это цвет, запах, вкус. Цвет и запах дают достаточно верное представление о свежести зерна. В тех случаях, когда запах зерна вызывает сомнение, определяют его вкус. У нормального зерна он обычно не резкий, чаще пресный. У испорченного зерна вкус может быть сладким, кислым или горьким.

Эти показатели свежести зерна включены как в отечественные, так и в зарубежные стандарты и учитываются на внешнем рынке [1]. Одним из основных показателей качества зерна является содержание в нем белка и клейковины, так как с ними связаны технологические, мукомольно-хлебопекарные свойства и товарная ценность зерна. Как белковость зерна, так и качество клейковины наследственны и в большей мере зависят от сорта. Показатель наследственности по содержанию белка у пшеницы равен 0,83.

Белки – наиболее ценная часть питательных веществ, содержащихся в зерне. Не случайно их второе название «протеины», что в переводе с греческого означает «главенствующий», «первенствующий» [2].

Белки служат основным материалом при построении тканей организма человека и животных. Они являются жизненно важным продуктом питания, превосходящим по своей калорийности крахмал, сахар, и крайне необходимы для нормальной жизнедеятельности всего живого. Белки в основном состоят из аминокислот, восемь из них являются незаменимыми для организма человека и не синтезируются в живом организме, а поступают туда с растительной пищей, в том числе с зерном или продуктами его переработки. Поэтому работники сельского хозяйства стремятся получить зерно с большим содержанием белка, а проблему увеличения содержания белка в зерне называют «проблемой века» [3].

По содержанию белка сорта пшеницы делят на три группы: сильные, средние и слабые. К сильным относятся те сорта пшеницы, зерно которых содержит не меньше 14% белка; в зерне средней пшеницы содержание белка колеблется от 12 до 13,9%; в зерне слабой – меньше 12%. Мука сильной пшеницы является незаменимой составной частью смеси при выпечке хлебопродуктов, мука средней служит «наполнителем», ее содержание в смеси около 60%, и только около 10% смеси может составлять слабая пшеница. Из зерна сильной пшеницы производят муку для макаронных изделий, что имеет важное значение в связи с дефицитом твердой пшеницы.

Прогноз качества зерна нового урожая, составленный с достаточной заблаговременностью, имеет важное значение для организации заготовки зерновых культур.

Фактического материала об изменчивости химического состава зерна в зависимости от климатических условий накопилось много. Однако количественных зависимостей, позволяющих рассчитать ожидаемое качество зерна пшеницы, мало, и этот вопрос требует разработки.

Ожидаемое по области содержание белка в зерне озимой пшеницы можно рассчитать после наступления фазы массового колошения по формуле, предложенной В.Н.Страшным. Это уравнение имеет следующий вид:

$$y = 4,45 + 0,19A - 0,002W + 0,11d - 0,002N + 0,38t, \quad (1)$$

где y – процентное содержание белка;

A – средняя амплитуда температуры воздуха за период от возобновления вегетации до устойчивого перехода температуры через $+10^{\circ}\text{C}$;

W – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм, на дату устойчивого перехода температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$;

d – средний дефицит влажности воздуха, гПа, за период от устойчивого перехода температуры воздуха через $+10^{\circ}\text{C}$ до колошения;

N – количество колосонных стеблей на 1 м^2 в фазе массового колошения;

t – средняя температура воздуха за период от колошения до восковой спелости, $^{\circ}\text{C}$.

Уравнение применимо в пределах изменения средних по области значений A от 6 до 12° , W – от



110 до 240 мм; d – от 5 до 14 гПа; N – от 350 до 900 колосоносных стеблей; t – от +16 до +23°C. Ошибка данного уравнения составила $\pm 1\%$, а обеспеченность – 79–91%.

Белковость озимой пшеницы по этому методу была рассчитана по данным станции Саратов за 1992 и 1994 годы (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость содержания белка в зерне озимой пшеницы от агрометеорологических параметров

Год	$A^\circ C$	W , мм	d , гПа	N	T , °C	Дата наступления		Дата перехода через		Прогнозируемая белковость зерна, %	Фактическая белковость зерна, %
						колошения	восковой спелости	5°C	10°C		
1992	11	114	12	550	19	31,05	14,08	6,04	1,05	13,7	12,4
1994	10	175	8,9	750	19	8,06	30,08	9,04	23,04	12,5	12,5

Как видно из табл.1, оправдываемость уравнения, предложенного В.Н.Страшным, дает хорошие результаты. Его метод с успехом можно применять для прогноза белковости озимой пшеницы в Саратовской области.

В научной литературе нет разработок по прогнозу качества зерна яровой пшеницы в Саратовской области или в Нижнем Поволжье. Вопросы качества урожая яровой пшеницы занимались В.А.Ярошевский и В.П.Топылева [4]. Ими был предложен метод прогноза процентного содержания белка в зерне яровой пшеницы по фактическим метеорологическим данным первого, второго и третьего месяца вегетации (май – июль). Авторами метода получено уравнение зависимости качества белка от суммы средних суточных амплитуд температуры за период с мая по июль и от гидротермического коэффициента (ГТК) за этот же период.

Уравнение имеет следующий вид:

$$y = 0,006 \Sigma A - 3,3 \text{ГТК} + 14,0 \quad (2)$$

По данному уравнению с 1976 по 1995 г. по станции Саратов нами были рассчитаны прогностические значения белка в зерне яровой пшеницы с месячной заблаговременностью и проведено сравнение с фактической белковостью яровой пшеницы сорта Саратовская-58 за те же годы. Ошибка данного уравнения составила $\pm 2,9\%$, а оправдываемость – 79%.

С целью оценки влияния климатических условий на качество зерна нами исследовался целый ряд метеорологических, агрометеорологических, в том числе и комплексных, показателей. К таким показателям относятся осадки, температура по месяцам, сумма средних суточных амплитуд температуры воздуха за май – июль, гидротермический коэффициент за те же месяцы. Коэффициенты корреляции этих показателей с содержанием белка в яровой пшенице колеблются от +0,78 до –0,66.

Как следует из этих расчетов, в Саратовской области наблюдается тесная связь белковости зерна яровой пшеницы с температурой июня. Коэффициент корреляции данных величин со-

ставляет 0,78, даже с учетом ошибок предельные значения коэффициента не становятся меньше 0,72, что говорит о хорошей связи между этими величинами [5].

Нами было выведено уравнение регрессии, которое имеет следующий вид:

$$y = 0,49x + 4,3, \quad (3)$$

где y – содержание белка в яровой пшенице;

x – средняя месячная температура июня.

Ошибка данного уравнения составила $\pm 1,1$, оправдываемость 92%.

Достаточно высокая корреляционная связь между белковостью зерна и средней месячной температурой июня объясняется тем, что в Саратовской области в июне идет налив зерна, белковые вещества перераспределяются из листьев и стеблей в зерно, а термический режим оказывает большое влияние на это перераспределение. Чем выше температура воздуха в июне, тем благоприятнее условия для формирования зерна с высоким содержанием в нем белка. При выборе этого показателя мы исходим из двух основных предпосылок: показатель должен легко рассчитываться по материалам стандартных наблюдений и вместе с тем быть высокоинформативным. Средняя месячная температура июня отвечает указанным требованиям: она рассчитывается на всех метеорологических станциях, и коэффициент корреляции между содержанием белка в яровой пшенице и температурой июня самый высокий – 0,78. Полученная нами формула проста и может быть составлена для любой станции. Из табл.2 видно, что высокобелковая яровая пшеница (с содержанием белка более 14%) на полях Саратовской области формируется в те годы, когда температура июня более +20°C.

Яровая пшеница по сравнению с другими яровыми зерновыми культурами (овсом, ячменем) при одинаковых условиях возделывания менее урожайна. Урожай ее в 2 раза, а в сухие годы в 3 раза меньше, чем озимой пшеницы, но белковость яровой пшеницы выше, чем озимой, да и твердые сорта пшеницы возделываются в



Таблица 2

Средняя месячная температура июня и белковость яровой пшеницы по станции Саратов за 1976 – 1995 гг.

Год	Средняя месячная температура воздуха, °С, за июнь	Прогностическая белковость яровой пшеницы, %	Фактическая белковость яровой пшеницы, %	Отклонения прогностической белковости от фактической, %
1976	18,0	13,1	12,2	+0,9
1977	20,6	14,4	8,4	+6,0
1978	16,0	12,1	12,7	-0,6
1979	19,2	13,7	12,4	+1,3
1980	19,3	13,8	14,1	-0,3
1981	20,5	15,3	15,7	-0,4
1982	16,0	12,1	13,0	-0,9
1983	17,4	12,8	13,4	-0,6
1984	20,4	14,3	15,8	-1,5
1985	19,1	13,6	13,8	-0,2
1986	21,6	14,8	13,4	+1,4
1987	22,6	15,2	16,2	-1,0
1988	22,8	15,5	16,0	-0,5
1989	22,1	15,1	13,0	+2,1
1990	16,9	12,6	11,3	+1,3
1991	22,5	15,3	14,4	+0,9
1992	20,1	14,1	14,8	-0,7
1993	17,8	13,0	12,9	-0,1
1994	17,6	12,9	13,2	-0,3
1995	23,8	16,0	16,9	-0,9
Среднее	19,7	14,0	13,68	±1,1

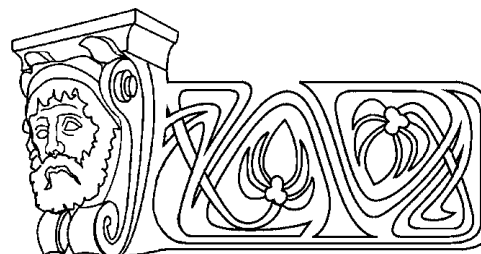
основном в яровых посевах. Возделывание этой культуры необходимо и экономически выгодно, так как она является ценнейшим пищевым продуктом. Причем использование ее в хлебопечении, макаронном или кондитерском производствах возможно лишь при условии определенного качества зерна. Таким образом, одной из основных задач при возделывании яровой пшеницы является не просто получение зерна, а получение зерна высокого качества. Тесная связь белковости яровой пшеницы с температурой июня позволяет с месячной заблаговременностью определить качество ее зерна.

Библиографический список

1. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. М., 1991. 205 с.
2. Деревянко А.Н. Погода и качество зерна озимых культур. Л., 1989. 180 с.
3. Страшный В.Н. Влияние агрометеорологических условий на качество урожая озимой пшеницы // Метеорология и гидрология. 1975. №10. С. 92 – 98.
4. Ярошевский В.М., Топылева В.П. Влияние метеорологических факторов на качество зерна яровой пшеницы// Там же. 1970. № 1. С. 105 – 108.
5. Пряхина С.И., Левицкая Н.Г. Погода и качество зерна // Экология, здоровье и природопользование: Тр. Рос. науч.-практ. конф., посвященной 200-летию Саратовской губернии. Саратов, 1997. С. 38 – 39.

УДК 911.2 (470.4)

СОВРЕМЕННАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Хромов, П.И. Бухарицин, В.З. Макаров¹Астраханский филиал Института океанологии РАН РФ,
E-mail: bucharin@astranet.ru¹ Саратовский государственный университет,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: gis@sgu.ru

В статье рассмотрена стратегия природоохранной деятельности государственных и общественных органов Астраханской области. В качестве главной задачи выдвигается необходимость создания экологического каркаса территории области. Подробно рассмотрены пути решения указанной задачи.



Modern Regional Ecological Politics of Astrakhan Area

A.V. Chromov, P.I. Buharicin, V.Z. Makarov

In clause strategy of nature protection activity of the state and public bodies of the Astrakhan area is considered. As the main task necessity of creation of an ecological skeleton of territory of area is put forward. Ways of the decision of the specified problem are in detail considered.

Региональная политика – политика государства по управлению экономическим, социальным и политическим развитием страны, нацеленная на учет специфики и интересов ее конкретных регионов [1,2]. С 70-х гг. прошедшего столетия региональная политика приобрела ярко выраженную экологическую направленность. Мощным фактором, определяющим в настоящее время стратегические тенденции в подходах к региональной политике, являются идеи экологически устойчивого развития. В обобщенной форме она получила свое известное выражение в итоговом документе Конференции ООН, проходившей в Рио-де-Жанейро в 1992 г., – «Повестка на XXI век» [3].

Один из крупнейших российских экологов Н.Ф. Реймерс [4] более десяти лет тому назад выделял две области в сфере экологической политики: 1) глобальную – проведение международно-правовых, политических и внешнеэкономических акций с учетом экологических ограничений в социально-экономическом развитии, а также запасов имеющихся в мире природных ресурсов и их распределения между странами; 2) государственную – социально-экономическую, построенную на понимании выигрышей и недостатков, связанных с экологическим состоянием территории, акватории и воздушного пространства страны и имеющихся в их пределах природных ресурсов. В наше время формируются еще две сферы или уровня экополитики – территориальная (в том числе муниципальная) и локальная.

Включение концепции устойчивого развития в планы регионального развития осуществляют сейчас правительства многих стран. Устойчивое развитие в стране возможно, если будет обеспечено устойчивое развитие всех ее регионов. Цели и принципы региональной стратегии устойчивого развития должны соответствовать федеральным и в то же время максимально полно учитывать особенности конкретных территорий.

В 2006 г. на заседании правительства России была одобрена стратегия социально-экономического развития Астраханской области до 2020 года. В рамках этого документа определены девять ключевых направлений, главными из которых являются: стимулирование добычи нефти и газа, развитие судостроения и транспортной инфраструктуры, модернизация агрокомплекса и рыбной промышленности, формирование туристского кластера и достижение устойчивости экосистем.

Активизация хозяйственной деятельности (в частности, нефтегазовой отрасли) со смещением

её на территории, ранее подвергавшиеся значительно меньшим экологическим нагрузкам, представляет собой объективный социально-экономический процесс. Формирование на современном этапе эффективной региональной системы охраны природы и рационального природопользования должно обеспечить сохранение природных территорий в условиях развития данного процесса.

В качестве современной региональной стратегии охраны природы Астраханской области, способной лечь в основу региональной политики, в данной работе предлагается разработанный в последние годы подход, основанный на экологическом каркасе территории. Основная цель современной региональной стратегии – создание экологического каркаса, который представляет собой совокупность экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную инфраструктуру, поддерживающую экологическую стабильность территории, предотвращая потерю или уменьшение биоразнообразия и деградацию ландшафта. Задача проектирования земель экологического каркаса в масштабе области состоит в определении ведущей экологической функции различных его участков, разработке предложений по установлению соответствующих режимов и приоритетов в осуществлении природоохранных мероприятий. Для этого необходимо:

- проведение эколого-хозяйственной оценки территории с целью выработки рекомендаций для рационального размещения основных видов хозяйственной деятельности и установления режима природопользования на конкретных территориях;
- анализ существующей сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ);
- поиск и создание новых особо охраняемых природных территорий;
- оценка состояния лесов и защитных насаждений;
- определение приоритетов в развитии системы лесов природоохранного назначения;
- стимулирование альтернативных видов природопользования, для успешного осуществления которых необходимо сохранение природных сообществ;
- экологизация традиционного природопользования.

При разработке стратегии, исходя из оптимизации ландшафтно-экологических систем [5], сформулированы три основных направления развития территории: сохранение, использование и улучшение.

Первое направление – сохранение (преимущественно сохранение современного состояния / использования) включает следующие мероприятия:

- экстенсивное развитие с локальным сохранением и оздоровлением нарушенных ландшафтов (на основной части территории экстенсив-



ное использование развивается и поддерживается, на отдельных участках устанавливается режим сохранения или проводятся мероприятия по улучшению состояния ландшафтов);

- сохранение современного состояния с отказом от отдельных видов использования (хозяйственная деятельность не допускается – это охраняемые участки территории, контролируемые природоохранными службами, где возможна только познавательная-рекреационная деятельность либо полное заповедание);

- сохранение существующего экстенсивного использования (сохраняются существующие виды экстенсивного использования, территория контролируется природоохранными службами, допускаются охота, сбор дикорастущих растений, малочисленные потоки рекреантов);

- полная консервация или отказ от использования.

Второе направление – развитие (преимущественно развитие существующего и планируемого использования) – направлено на развитие территории (экстенсивное или интенсивное с определенной регламентацией) и включает:

- регламентированное экстенсивное развитие;

- экстенсивное развитие (экстенсивная сельскохозяйственная деятельность развивается и поддерживается, зона служит первоочередным резервом развития территории);

- регламентированное интенсивное развитие (развивается и поощряется интенсивное рекреационное использование под контролем природоохранных служб);

- сохранение интенсивного использования земель.

Третье направление – улучшение (преимущественно улучшение/санация) [6] – предусматривает:

- улучшение с последующим переводом в категорию регламентированного интенсивного развития (территории с нарушенными природными функциями, имеющие высокую эстетическую ценность и средний средозащитный потенциал, первоочередной резерв зоны развития рекреационной и сельскохозяйственной деятельности. Их использование не допускается на этапе восстановления. После улучшения эта территория присоединяется к зоне регламентированного интенсивного использования);

- улучшение с последующим переводом в категорию экстенсивного развития (ландшафты обладают средним и высоким средозащитным потенциалом, включая возможность восстановления естественным путем, что делает их резервом

расширения зоны развития. Использование не допускается на этапе восстановления. После улучшения эта территория присоединяется к зоне экстенсивного развития);

- улучшение с последующим переводом в категорию регламентированного экстенсивного использования (ландшафты с нарушенными природными функциями и низким средозащитным потенциалом);

- коренное улучшение (восстановление).

В рамках исполнения одного из направлений стратегии социально-экономического развития Астраханской области в 2006 г. началась реализация природоохранного проекта «Сохранение разнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги». Долгосрочная цель проекта – сохранение и устойчивое использование биоразнообразия региона. Проект предусматривает получение пяти основных результатов, два из которых – это укрепление системы ООПТ и развитие альтернативных вариантов хозяйствования [7].

Таким образом, комплексная реализация современной региональной стратегии охраны природы Астраханской области позволит обеспечить природную составляющую (каркас) экологической стабильности, гарантировать конституционные права каждого человека на благоприятную окружающую среду, долгосрочное, стабильное природопользование и благоприятное социально-экономическое развитие области.

Библиографический список

1. Региональная политика в терминах и понятиях // Региональная политика. 1992. №1. С. 42.
2. Скопин А.Ю. О новой региональной парадигме в социально-экономической географии // Изв. РАН. Сер. География. 1992. № 5. С.36–40.
3. Повестка на XXI век // Конференция ООН по охране окружающей среды и развитию, Рио-де-Жанейро, июнь 1992. г. М., 1997. 31 с.
4. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М., 1990. 598 с.
5. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды (географический аспект). М., 1980. 264 с.
6. Суворов Е.Г., Антипова А.Н., Семенов Ю.М. и др. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюданский район // Иркутск, 2002. 41 с.
7. Харальд Л., Киселева Л.А., Литвинова Н.А., Монахов С.К. Сохранение разнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги // Материалы подготовительной фазы проекта. Астрахань, 2006. 56 с.



ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.98.061.3:551.583.7

О ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОГО НЕФТЕ- И ГАЗООБРАЗОВАНИЯ В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ШЕЛЬФА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

Л.А. Назаркин

Научно-исследовательский институт естественных наук
Саратовского государственного университета, отделение геологии
E-mail: decanat@geol.sgu.ru

Установлена прямая зависимость масштабов накопления нефтематеринского органического вещества от среднегодовой температуры, освещенности и пополнения биогенными элементами фотического слоя водной толщи седиментационного бассейна. При прочих благоприятных условиях нефтегенерационный потенциал осадочно-породных бассейнов зависит от их палеоширотного расположения в период накопления нефтематеринских отложений.

Дан прогноз нефте- и газоносности шельфовых зон остальных окраинных арктических морей России.

To Paleoclimatic Control in Oil and Gas Generation as Related to Estimation of Oil and Gas Content Prospects in the Shelves of Russian Arctic Seas

L.A. Nazarkin

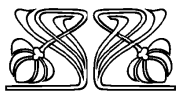
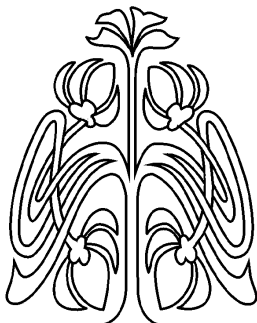
A direct dependence is established between the scale of accumulation of oil source organic matter and the average annual temperature, illumination and supply of biogenic elements to the photic layer of the water mass in a sedimentation basin. Other conditions being favourable, the oil-generating potentials of sedimentary-rock basins depend upon their paleolatitudinal position during accumulation of oil-source deposits.

Oil and gas contents are predicted for the shelf zones of other marginal Arctic seas in Russia.

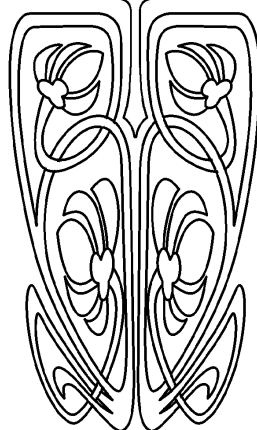
Введение

Исходя из фундаментального положения теории образования нефти, выделяющего гидробионты в качестве главного источника нефтематеринского органического вещества (ОВ), автором [1–5] были проведены исследования влияния биологических условий в фотическом слое воды (температуры, состава и количества биогенных элементов, освещенности) на биологическую продуктивность водоемов, при прочих равных условиях контролирующую динамику накопления ОВ в осадках. В.А.Рябченко [6] установлено, что температура фотического слоя воды проявляет себя в качестве множителя в формуле расчета первичной продукции акваторий.

Автор данной статьи пришел к выводу, что при благоприятном сочетании других факторов нефтеобразования родиной «большой» нефти являются осадочно-породные бассейны (ОПБ), располагавшиеся в период накопления потенциально нефтематеринских толщ в зонах теплого климата. Теплый климат в период осадконакопления мы рассматриваем в качестве необходимого фона, на котором, при благоприятном сочетании всех составляющих процесса образования, аккумуляции и сохранения нефти, происходит формирование ее промышленных скоплений. Анализ палеоширотной локализации нефтематеринских отложений и выявленных скоплений генерированной



**НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ**





ими нефти позволил прийти к выводу, что более 80% фанерозойской нефти образовано нефтематеринскими отложениями, накапливавшимися в палеоширотном диапазоне 0–30° [7]. Из них 60% разведанных запасов обнаружено в приэкваториальных палеоширотах (0–10°).

О раздельном прогнозировании преимущественной нефте- и газоносности недр

Имея в виду высокий газогенерационный потенциал угленосных и субугленосных отложений и перемещение в посткарбонное время угленакопления в бореальные зоны [8–10], в 1955 г. автор данной статьи впервые предложил раздельное прогнозирование преимущественной нефте- и газоносности ОПБ в пределах крупных регионов [1]. Зоны холодного климата (высокие палеошироты) прогнозируются преимущественно газоносными, тогда как зоны теплого климата низких палеоширот – преимущественно нефтеносными. Глобальная поляризация преимущественной нефте- и газоносности в постпозднекарбонное время находит подтверждение при палеоширотном анализе локализации нефтяных и газовых скоплений [4]. В низких палеоширотах возможно образование и крупных скоплений газа, генерированного как при катагенезе терригенного ОВ, накопившегося в отложениях гумидных зон, так и за счет метаморфизма нефти в жестких термобарических условиях.

После открытия крупных скоплений газа, генетически связанных с угленосными и субугленосными отложениями, возросший интерес к новому, и, как оказалось, главному источнику газообразных углеводородов (УВ) отражен во многих публикациях [11–13]. Проблеме раздельного формирования зон нефте- и газонакопления в зависимости от генетического типа ОВ и степени его метаморфизма посвящено два выпуска трудов ЗапСибНИГНИ [14, 15]. Эту проблему затрагивает большая часть материалов, опубликованных в сборниках [16, 17].

И.П.Жабрев с соавторами [18, с. 12] пришли к выводу, что 65% выявленных мировых запасов газа генетически связаны с угленосными и субугленосными формациями, при этом главную роль в генерации газа играют угленосные толщи мезозойских отложений, составляющие 80% объема мезозойского осадочного чехла. Вместе с тем они обращают внимание [14], что к генерации сухого УВ газа могут быть причастны фаерозойские терригенные и карбонатные породы с ОВ аквагенной природы, когда они погружаются в глубинные зоны проявления жесткого катагенеза.

Исследования сотрудников ЗапСибНИГНИ свидетельствуют о том, что на севере Западной Сибири в тюменской свите ($J_1 - J_2$) и усть-тазовской серии ($K_1v - K_2c$) содержится соответственно 18,0 и 15,5 трлн т концентрированного (пласты и линзы угля и углистые породы) и рассеян-

ного угольного вещества. Согласно подсчетам М.В.Голицына и соавторов [13], угольное ОВ Западной Сибири могло генерировать 650 трлн м³ метана. При этом установлено [19], что на Ямале и Гыданском полуострове проявляется прямая зависимость объемов газовых скоплений от суммарной толщины пластов углей, вмещающих и подстилающих газовые скопления.

Апробация главного вывода автора

Основные положения проведенного исследования мы отразили в докладе «О перспективах нефтеносности севера Сибири», который 4 августа 1958 г. был заслушан на заседании экспертной комиссии секции нефти и газа экспертно-геологического совета Главгеологии РСФСР. Исходя из палеогеографической обстановки на севере Сибири в пермско-кайнозойское время, проявившейся в литофациальном облике осадочных толщ, характеризующихся преимущественно гумусовым рассеянным ОВ, содержащимся в породах, и их обильной углистостью, формировавшихся в бореальных зонах, отличающихся отсутствием литогенных и биогенных индикаторов теплого климата. В заключительной части доклада подчеркивалась необходимость «... *рекомендовать при составлении перспективного плана развития энергетики и химической промышленности, связанных с нефтепоисковыми работами, на севере Сибири в первую очередь ориентироваться на развитие газовой промышленности*» [5, с.220] (курсив мой. – Л.Н.).

Усмотрев в докладе «абсолютизацию» роли климатического фактора в накоплении нефтематеринского ОВ, Экспертная комиссия с выводами автора не согласилась.

После того как на севере Западной Сибири были открыты все известные в настоящее время гигантские газовые и газоконденсатные скопления и не было выявлено ни одного крупного скопления нефти, многие исследователи западно-сибирских недр прогнозировали открытие на севере Тюменской области крупных скоплений нефти, соизмеримых со среднеобскими. Подобные прогнозы нашли отражение в решении Всесоюзного совещания по проблеме поисков нефти в нижнемеловых и юрских отложениях на севере Тюменской области (Уренгой, 6–7 апреля 1972 г.).

В решении, принятом совещанием, обращается внимание на то, что «... *полученные данные подтверждают высокие перспективы нефтегазоносности нижнемеловых и юрских отложений на севере Тюменской области и реальность оценки прогнозных запасов нефти и конденсата, которые составляют более 50% от всех запасов Западной Сибири*» [20, с. 218], (курсив мой – Л.Н.). Для подтверждения этого прогноза в суровых субарктических условиях пробурено около десятка сверхглубоких (до 7 км) нефтепоисковых скважин,



не оправдавших надежды авторов дорогостоящих проектов.

Шло время. По образному определению С.П. Максимова и В.П. Строганова [15, с. 5–19], север Западной Сибири оказался «главным полюсом газонакопления нашей планеты» [15, с. 14]. Промышленно-газоносными проявили себя только мезозойские отложения Енисей-Хатангского прогиба и Лено-Вилуйской впадины и кайнозойские осадочные толщи Камчатки. Преимущественно газоносными оказались кайнозойские отложения Анадырской и Хатырской впадин Чукотки, а также кайнозойские отложения Аляски и мезозойско-кайнозойский осадочный комплекс Арктической Канады [5, рис.2]. Во всех названных регионах газоносность связывается с терригенным ОВ.

Исследуя геохимические и историко-геологические особенности образования нефти и битумов в пермских и мезозойских отложениях северо-востока Сибирской платформы, И.Д.Полякова и О.Ф.Стасова [21] сочли обоснованной их генетическую связь (за исключением нефтепроявлений и битумов на севере Вилуйской синеклизы, образование которых связывается с пермскими угленосными толщами) с раннесреднепалеозойскими отложениями.

Угленосные и субугленосные отложения – источник образования парафинистой нефти

Основная масса парафинистой нефти образована постпалеозойскими угленосными и субугленосными отложениями. Ее скопления обнаружены практически на всех континентах. Это особенно наглядно отражено в публикации Г.Д.Гедберга [22], содержащей сведения по 500 анализам парафинистой нефти из 40 региональных стратиграфических последовательностей пяти континентов. Вместе с тем результаты лабораторного моделирования и опыт поисково-разведочных работ свидетельствуют о низком нефтегенерационном потенциале терригенного ОВ. Он в 10–12 раз ниже, нежели у материнских толщ с ОВ аквагенной природы [23].

Главная причина низкого нефтегенерационного потенциала терригенного ОВ – дефицит водорода и обогащение кислородом. У гумусового ОВ отношение Н/С обычно $< 1,0$, а атомарное отношение О/С – в пределах 0,2–0,3, тогда как у аквагенного ОВ этот показатель соответственно $> 1,5$ и $< 0,1$. При этом образование парафинистой нефти происходит только в жестких условиях катагенеза при $R_o > 0,6\%$ [24–26]. По парафинистости нефти судят о качестве нефтематеринского ОВ и о генерационном потенциале вмещающих его отложений [27]. Некоторые газовые скопления севера Западной Сибири имеют нефтяные оторочки с нефтями, как правило, отличающимися высокой парафинистостью и отношением пристана к фитану – показателем «терригенности» материнского ОВ – 2,0–6,1 [26, 28]. Насыщенная

высокомолекулярными алканами нефть (содержание парафина иногда превышает 20%) выявлена в Анадырской впадине. Генетически Д.И.Агапитов и соавторы [29] связывают чукотскую нефть с терригенным ОВ вмещающих отложений, а Е.И.Кудрявцева и соавторы [30] видят ее «корни» на глубине 7–10 км.

На Европейском Севере (Россия) высокопарафинистые нефти обнаружены в подстилающихся угленосными и субугленосными отложениями мезозойских коллекторах материковой части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и на острове Колгуев [31].

Палеозойский терригенно-карбонатный комплекс – реальный «донор» нефти в мезозойские коллекторы севера Сибири

Судя по нефтенасыщенности мезозойских отложений Западной Сибири, существенную роль в образовании скоплений нефти этого региона играли инъекции жидких УВ, генетически связанных с палеозойскими нефтематеринскими толщами. Впервые на это обратили внимание М.И.Варенцов и Н.С.Кузнецов [32], выделяя в качестве генератора западно-сибирской нефти комплекс валанжинских, юрских и более древних пород северной, наиболее погруженной части осадочно-породного бассейна. Такая же оценка роли палеозойских осадочных пород и рифогенных образований в формировании промышленных скоплений нефти Западной Сибири дается во многих публикациях [33, 34].

О реальности существенных перетоков палеозойской нефти в мезозойские коллекторы свидетельствует оценка потенциальных возможностей палеозойского субстрата в Западной Сибири коллективом авторов монографии [35]. В заключительной части монографии обращается внимание, что «в пределах Западно-Сибирской плиты выделяется группа седиментационных бассейнов, выполненных доюрскими карбонатными, терригенными и эффузивно-осадочными породами... Общая площадь этих осадочных бассейнов превышает 1 млн 400 тыс. км², мощность их осадочного выполнения варьирует от первых сотен до 6–7 тыс. м, а объем осадочных пород превышает 2,5 млн км³. По площади и объему осадочного выполнения эти бассейны превышают такие нефтегазоносные провинции, как Волго-Уральская, Прикаспийская, Туранская, Тимано-Печорская и др.» [35, с. 645].

Весомость нефтегенерационных возможностей рифейско-каледонского этажа Сибири обосновывается многими исследователями [36–39]. Л.Ш.Гиршгорн и соавторы [37] обращают внимание на «огромный» нефтегенерационный потенциал палеозойских карбонатных отложений этого региона. Последнее согласуется с нашим обоснованием [39] оптимизации условий образования УВ в щелочной среде карбонатных



осадков уже в диагенетическую стадию катагенеза и с результатами исследований С.П. Левшуновой [40], установившей более высокий, нежели у терригенных, нефтегенерационный потенциал карбонатных пород.

В этой связи находит объяснение выявление в мезозойских коллекторах (на фоне преобладающей газоносности осадочного комплекса) относительно крупных нефтяных скоплений на севере Тюменской области вследствие перетоков нефти из подстилающих палеозойских терригенных и карбонатных материнских пород. В палеозойских отложениях северосибирских ОПБ промышленная нефть обнаружена в низовьях Енисея, в области сочленения Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты [41]. Высокий нефтегенерационный потенциал палеозойских терригенно-карбонатных отложений Енисейско-Хатангского регионального прогиба обосновывается А.А.Салиховым и В.Б.Хмелевским [42].

Крупные скопления нефти в мезозойских коллекторах обнаружены на севере Аляски. Л.Б.Магун и Г.Е.Клейпул [43] рассматривают «большую» североаляскинскую нефть месторождения Прудхо-Бей (Prudhoe Bay) как «возрожденную» (по В.А.Успенскому) генерацию гипергенно-измененной палеозойской нефти. Это подтверждается ее большой, аномальной для высоких пластовых температур, плотностью и высокой сернистостью, не характерной для нефтей, генетически связанных с терригенными материнскими породами. Л.Б.Магун и Г.Е.Клейпул [43] видят в этом одну из важнейших улики генетической связи большей части североаляскинской нефти с палеозойскими карбонатными отложениями.

О перспективах нефте- и газоносности арктического шельфа России

Осадочный комплекс шельфа арктических морей России изучен фрагментарно. Спорадические исследования осадочных толщ с помощью бурения проводятся только на шельфе Баренцева, Печорского и Карского морей. О недрах шельфа моря Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского и Берингова морей обычно судят по геологическому строению материкового побережья и островов. Крупное, и пока единственное, скопление тяжелой слабопарафинистой сернистой нефти (по этим параметрам она напоминает североаляскинскую нефть месторождения Прудхо-Бей [43]) выявлено на Приразломном месторождении в пределах печороморского шельфа [44]. Как и следовало ожидать, исходя из установленных закономерностей, нефть Приразломного месторождения обнаружена в карбонатных отложениях тепловодного каменноугольного-раннепермского моря. Тяжелая слабопарафинистая нефть, генетически связанная с палеозойскими карбонатными отложениями, обнаружена в триасовых

терригенных коллекторах ряда месторождений на подводном продолжении вала Сорокина в Печорском море [45].

Собственно триасовыми терригенными отложениями порождена промышленная парафинистая нефть на Песчаноозерском нефтегазовом месторождении острова Колгуев [45]. Промышленная газоносность триасовых отложений на баренцевоморском, печороморском шельфе и шельфе Карского моря установлена на Мурманском, Северо-Кильдинском, Ленинградском и Русановском месторождениях.

В среднеюрских терригенных отложениях баренцевоморского шельфа выявлено уникальное скопление УВ газа на Штокмановском газоконденсатном месторождении. Значительные скопления газа в юрских коллекторах выявлены также на Лудловском, Ледовом, Северо-Кильдинском и Мурманском месторождениях [46].

Палеозойский осадочный комплекс в пределах шельфа арктических морей России представлен преимущественно карбонатными отложениями [47]. Доступными для исследования с помощью бурения могут быть главным образом верхнепалеозойские отложения, которые восточнее карского шельфа отличаются угленосностью позднекаменноугольных и пермских отложений [37, 48]. Мезозойские отложения арктического шельфа сложены преимущественно терригенными, в различной степени угленосными, формациями [12, 18, 49, 50].

Литолого-фациальные особенности палеозойского осадочного комплекса, за исключением преимущественно угленосных отложений позднего карбона и перми к востоку от печорского шельфа, свидетельствуют о благоприятных (теплых) климатических условиях для биогенерации нефтема-теринского ОВ.

Терригенный, в различной степени угленосный, мезозойско-кайнозойский осадочный комплекс, так же как и преимущественно угленосные отложения позднего карбона и перми, может быть источником преимущественно газовых и газоконденсатных скоплений и незначительных скоплений парафинистой нефти. Палеозойские отложения шельфа арктических морей безусловно будут родиной и «большой» нефти. Но ее поиски, разведка, извлечение и транспортировка в арктических условиях практически круглогодичной тяжелой ледовой обстановки не будут легкими. С еще большими трудностями будет сопряжена эксплуатация скоплений парафинистой нефти.

Из известных нам публикаций, освещающих особенности геологического строения шельфа арктических морей России в связи с оценкой перспектив его нефтегазоносности, наиболее конкретной информативностью о нефтегазогенерационном потенциале осадочно-породных бассейнов выделяется статья Ф.К.Салманова и соавторов [51]. Эти авторы обращают внимание, что при определении углеводородного потенциала



ОПБ они опирались на четыре методики. Однако, судя по содержанию статьи, основой для определения потенциальных возможностей осадочных толщ арктического шельфа России явилась методика определения концентраций УВ ресурсов осадочно-породных бассейнов в зависимости от объемной скорости их заполнения осадочным материалом, разработанная В.В.Потеряевой и соавторами [52].

В отличие от общепринятого способа отражения скорости накопления осадочных толщ путем определения темпа их нарастания в линейных единицах или же в единицах веса на единицу площади [5], В.В.Потеряева и соавторы [58] сочли целесообразным определять объемную скорость заполнения палеоседиментационного бассейна осадками, выражающуюся в соотношении объема породных комплексов к продолжительности их формирования. Но такой подход к оценке нефтегенерационного потенциала ОПБ, без учета удельной скорости нарастания осадков, может поставить в равные условия бассейны, содержащие большую часть осадочного выполнения в глубоких и емких впадинах (прогибах) – основных генераторах углеводородов, с бассейнами, лишенными таких мощных резервуаров-реакторов, но обладающих равновеликим объемом осадочного выполнения, накопившегося в сходном временном диапазоне и отличающегося равномерным распределением осадочных толщ на большей части палеобассейна [53].

Примером того являются нефтегазоносные бассейны Западной Сибири и Персидского залива. Согласно расчетам И.И.Нестерова, В.В.Потеряевой и Ф.К.Салманова [52, табл.12], эти ОПБ, содержащие примерно равновеликие объемы осадочного выполнения (соответственно 6000 и 7041 тыс.км³), заполнялись осадками с одинаковой объемной скоростью – 30 тыс.км³/млн лет. Если же обратить внимание на степень равномерности распределения в них осадочных образований, то становится очевидным, что сравнительная оценка нефтегазогенерационного потенциала этих палеобассейнов, основанная только на средней скорости заполнения осадками, по своей сути некорректна.

В отличие от Западной Сибири, где средние толщины мезозойско-кайнозойского осадочного выполнения впадины (2,6 км) на большей ее части близки к максимальным (3,6 км), в Месопотамской впадине Персидского залива основной объем осадков (более 5000 км³) сосредоточен в Предтавро-Загрос-Оманском прогибе, имеющем длину 2000 км, ширину 500 км и толщину осадочного выполнения 15 км и более [54]. Средневзвешенный удельный темп накопления осадков в Западной Сибири (64 т/км²/год) в 6,5 раза ниже, нежели в Месопотамской впадине (420 т/км²/год). Все это, а также расположение ОПБ Персидского залива во время осадконакопления в тропических палеоширотах [7], стало первопричиной обнару-

жения в пределах Месопотамской впадины более 65 млрд т нефти и 15 трлн м³ газа, а потенциально извлекаемые запасы нефти здесь определяются более 100 млрд т [54]. Скважины эксплуатируются преимущественно за счет энергии пласта.

Если обратиться к результатам определения потенциальных ресурсов УВ в пределах шельфа арктических морей России, полученным Ф.К.Салмановым с соавторами [52], то они характеризуют недра арктического шельфа России более насыщенными УВ (152–200,5 млрд т), чем УВ ОПБ Персидского залива. Разумеется, такая оценка УВ потенциала шельфа полярных окраинных морей может только дезориентировать планирование пополнения нефтегазовых ресурсов.

Нет сомнения, что скорость прироста объема осадочного выполнения ОПБ в сочетании с длительностью седиментации – важнейший фактор нефтегенерационного потенциала ОПБ. Но его реализация находится в прямой зависимости от темпа нарастания осадочных толщ, контролирующего как накопление потенциального нефтематеринского органического вещества, так и динамику энергетического обеспечения литогенеза, и как следствие масштабы образования углеводородов [5].

В реальных геологических условиях оценка перспектив нефтегазоносности осадочно-породных бассейнов должна опираться прежде всего на скорость удельного прироста массы осадков, характеризующую масштабы фоссилизации органического вещества и энергетическую обеспеченность литогенеза в ходе генерации углеводородов. Объемная же скорость накопления осадков в наиболее погруженных частях палеоседиментационных бассейнов – генераторах углеводородов в сочетании со скоростью удельного прироста массы осадков является носителем информации о потенциальных ресурсах углеводородов.

Заключение

Рассмотрение одной из фундаментальных проблем генезиса нефти и газа, касающихся зависимости качественной и количественной сторон образования углеводородов от палеоклиматических (биомических) условий генерации органического вещества земной биосферой как в глобальных масштабах, так и в региональных, присущих отдельным палеоседиментационным бассейнам, еще раз убеждает в незыблемости главного положения теории нефтеобразования о генетической связи углеводородов в промышленных скоплениях с продукцией биосинтеза органического вещества. Прямая зависимость продуктивности биомассы от среднегодовой температуры в фотическом слое водоемов породила локализацию 80% фанерозойской нефти в палеоседиментационных бассейнах, находившихся в период накопления нефтематеринских толщ в приэкваториальном палеоширотном диапазоне 0–30°.



Высокий газогенерационный потенциал терригенного органического вещества – главного источника органической массы в угленосных и субугленосных отложениях – и перемещение в посткарбонное время накопления основной массы углематеринского ОВ в бореальные зоны породили пространственное размежевание областей преимущественно нефте- и газообразования. Посткаменноугольные отложения палеобореальных зон оказались генераторами большей части глобальных скоплений углеводородных газов [4]. В жестких условиях катагенеза угленосные и субугленосные отложения могут быть источниками парафинистой нефти. Их генерационный потенциал в 10–12 раз ниже, нежели у аквагенного органического вещества, что сказывается на величинах нефтяных скоплений.

Важнейшим результатом исследований, начатых нами в середине 50-х гг. XX в., является подтверждение поисковыми работами преимущественной газоносности посткарбонных отложений севера Сибири.

Выявленные закономерности проявляются и при проведении нефтегазопроисловых работ на шельфе арктических морей России. Преимущественно карбонатные отложения палеозойских тепловодных морей в зонах, доступных для их разбуривания, при благоприятном сочетании всех факторов образования и аккумуляции нефти, будут промышленно нефтеносными. Об этом свидетельствуют нефтепоисковые работы на шельфе Печорского моря, увенчавшиеся открытием крупного нефтяного скопления в карбонатных породах позднекарбонного-раннепермского возраста на Приразломном месторождении.

Поисковые работы в мезозойском бореальном терригенном осадочном комплексе на шельфе трех западных арктических морей России увенчались открытием ряда газовых скоплений и одного небольшого скопления парафинистой нефти на острове Колгуев, генетически связанной с вмещающими отложениями. Генераторами крупных, в том числе уникальных, подобных Штокмановскому, скоплений углеводородных газов могут быть не только мезозойские и кайнозойские отложения, но и угленосные и субугленосные толщи позднекарбонного и пермского возраста в ОПБ моря Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского и Берингова морей. В позднекарбонно-кайнозойских отложениях шельфа восточных окраин арктических морей, в различной степени обогащенных терригенным органическим веществом, возможны незначительные скопления парафинистой нефти.

При оценке прогнозных запасов углеводородов недр арктического шельфа, помимо объемной скорости заполнения осадками палеоседиментационных бассейнов, следует учитывать и скорость удельного прироста массы осадков, во многом определяющую масштабы фоссилизации органического вещества, энергетический потенциал литогенеза и, как следствие, масштабы генерации углеводородов.

Библиографический список

1. Назаркин Л.А. Роль палеоклимата в прогнозах нефтегазоносности крупных регионов. Саратов, 1955. 143 с.
2. Nazarkin L.A. Climate and oil genesis // Intern. Geol. Review. 1961. Vol. 2. P. 141–146.
3. Назаркин Л.А. Палеоклиматически обусловленное размещение нефтяных месторождений – неоспоримое доказательство биогенного происхождения нефти // Генезис нефти и газа. М., 1967. С. 87–93.
4. Назаркин Л.А. Зависимость газоносности пермских, мезозойских и кайнозойских отложений от палеоклиматических условий их накопления // Сов. геология. 1987. № 2. С. 76–84.
5. Назаркин Л.А. О палеоклиматическом и динамикоседиментационном контроле нефтегазообразования. Саратов, 1994. 224 с.
6. Рябченко В.А. Сезонная изменчивость первичной продукции в Мировом океане (по результатам расчетов) // Докл. АН СССР. 1990. Т. 313, № 2. С. 441–445.
7. Irving E., North E.K., Couillard R. Oil, climate and tectonics // Can. J. Earth. Sci. 1974. Vol. 11, № 1. P. 1–17.
8. Жемчужников Ю.А. Предпосылки углеобразования // Зап. Ленингр. горн. ин-та. 1958. Т. 33, вып. 2. С. 6–19.
9. Брайден С.Дж., Ирвинг Е. Спектры палеоширот осадочных палеоклиматических индикаторов // Проблемы планетарной палеоклиматологии. М., 1968. С. 104–129.
10. Синицын В.М. Введение в палеоклиматологию. Л., 1980. 248 с.
11. Багринцева К.А., Васильев В.Т., Ермаков В.И. Роль угленосных толщ в процессах генерации природного газа // Геол. нефти и газа. 1968. № 6. С. 7–11.
12. Ермаков В.И., Скоробогатов В.А. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. М., 1984. 205 с.
13. Голицын М.В., Голицын А.М., Андросов Б.А. и др. Угли Западной Сибири // Изв. вузов. Геология и разведка. 1992. № 2. С. 75–83.
14. Условия раздельного формирования зон нефте- и газонакопления в земной коре // Тр. ЗапСибНИГНИ. Тюмень, 1978. Вып. 137. 152 с.
15. Условия раздельного формирования зон нефте- и газонакопления в нефтегазоносных бассейнах СССР и зарубежных стран // Там же. Тюмень, 1978. Вып. 138. 172 с.
16. Генезис углеводородных газов и формирование месторождений. М., 1977. 291 с.
17. Проблемы газоносности СССР // Сб. науч. тр. ВНИИ-ГАЗ). М., 1990. 356 с.
18. Жабров И.П., Ермаков В.И., Орел В.Е. и др. Генезис газа и прогноз газоносности // Геол. нефти и газа. 1974. № 9. С. 1–9.
19. Строганов Л. В. Некоторые особенности геологического строения и генерации газа меловых отложений Ямала // Там же. 1988. № 5. С. 16–19.
20. Проблемы поисков нефти в нижнемеловых и юрских отложениях на севере Тюменской области (материалы Уренгойского совещания) // Тр. ЗапСибНИГНИ. Тюмень, 1973. Вып. 70. 221 с.

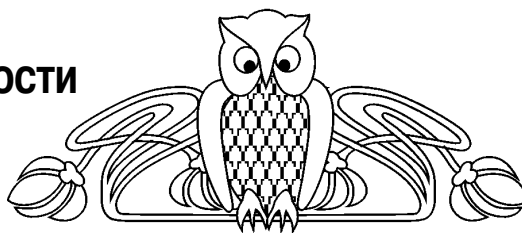


21. Полякова И.Д., Стасова О.Ф. Геохимия нафтидов северо-востока Сибирской платформы в связи с условиями их формирования и разрушения // Геохимические и гидрогеологические предпосылки поисков нефти и газа в Сибири. Новосибирск, 1983. С.70–82.
22. Hedberg H.D. Significance of high wax oils in the generation of petroleum // Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1968. Vol. 52. № 5. P. 736–750.
23. Гончаров И.В. Геохимия нефтей Западной Сибири. М., 1987. 181 с.
24. Snowdon L.R., Powell T.O. Immature oil and condensate-modification of hydrocarbon generation model for terrestrial organic matter // Bull., Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1982. Vol. 66. № 6. P. 775–788.
25. Evans R.J., Flebeck G.T. High temperature simulation of petroleum formation-III. Effects of organic strating material structure of hydrocarbon formation // Organic Geochemistry. 1983. Vol. 4. № 3/4. P. 153–160.
26. Петров А.Л. Углеводороды нефти. М., 1984. 264 с.
27. Sofer Z. Stable carbon isotope compositions of crude oils: application to source depositional environment and petroleum alteration // Bull., Amer. Assoc. Petrol. Geol. 1984. Vol. 68. № 1. P. 775–788.
28. Гончаров И.В., Крашин Д.И., Шпильман К.А. О природе нефтей и газа Тюменской области // Геол. нефти и газа. 1983. № 3. С. 34–38.
29. Агапитов Д.И., Косыгин Ю.А., Мотовилов Ю.В. и др. Новые данные о перспективах нефтегазоносности Северо-Востока СССР // Там же. 1983. № 7. С. 1–5.
30. Кудрявцева Е.И., Крылова Т.А., Дертев А.К. и др. Изотопный состав углерода нефтей Чукотки // Докл. АН СССР. 1990. Т. 310, № 6. С. 1450–1453.
31. Ботнева Т.А., Шулова И.С. Генерация и аккумуляция углеводородов в Тимано-Печорской провинции // Сов. геология. 1991. № 9. С. 13–19.
32. Варенцов М.И., Кузнецов И.С. Особенности размещения месторождений нефти и газа на территории Западной Сибири // Докл. АН СССР. 1974. Т. 218, № 4. С. 905–908.
33. Сорохтин О.Г., Баланюк Н.Е. О связи нефтегазоносности с зонами поддвига литосферных плит // Океанология. 1981. Т. 22, вып. 2. С. 136–245.
34. Шаблинская Н.В., Прасолов Э.М. Промежуточный комплекс севера Западной Сибири – возможный источник углеводородов // Докл. АН СССР. 1988. Т. 300, № 2. С. 422–426.
35. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. / М., 1975. 680 с.
36. Гиршгорн Л.Ш., Кабалык В.Г., Соседков В.С. Нижне-среднепалеозойский осадочный бассейн севера Западной Сибири // Сов. геология. 1987. № 11. С. 65–75.
37. Максимов С.П., Самолетов М.В., Немченко Н.Н. и др. Палеозойский карбонатный комплекс – перспективный объект залежей УВ на Ямале // Геол. нефти и газа. 1987. № 10. С.30–36.
38. Запивалов Н.П., Каиштанов В.А., Курда Н.П., Степанов С.А. Прогнозирование крупных зон нефтегазонакопления в рифейско-фанерозойских комплексах Западной Сибири // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. Новосибирск, 1991. С. 143–452.
39. Назаркин Л.А. О диагностике нефтематеринских пород // Уч. записки Саратов. ун-та. Вып. Геологический. 1959. Т. 65. С.138–143.
40. Левицкая С.П. О необходимости внешних источников водорода для образования углеводородов в осадочных породах // Геол. нефти и газа. 1995. № 12. С.28–30.
41. Соколов Б.А., Усманов И.М. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности области сочленения Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты // Изв. вузов. Геология и разведка. 1982. № 2. С. 35–40.
42. Салихов А.А., Хмелевский В.В. Строение доюрского комплекса юго-западной части Енисейско-Хатангского регионального прогиба // Геол. и геофизика. 1991. № 11. С. 85–92.
43. Magoon L.B., Claypool G.E. Two oil types on the North Slope of Alaska. Implications for nature exploration // Rw. Inst. fr. Petrole. 1980, Vol. 35, № 2. P. 245–256.
44. Никитин Б.А., Хведчук И.И. Нефтяное месторождение Приразломное на арктическом шельфе России // Геол. нефти и газа. 1997. № 2. С. 26–29.
45. Захаров Е.В., Кулибакина И.Б. Перспективы нефтегазоносности триасового комплекса на шельфе Баренцева и Печорского морей // Там же. 1996. № 10. С. 21–25.
46. Захаров Е.В., Юнов А.Ю. Направления поисков залежей УВ в юрских отложениях на российском шельфе Баренцева моря // Там же. 1994. № 2. С. 13–15.
47. Тектоника и перспективы нефтегазоносности окраинных и внутренних морей. Группа впадин арктических морей / Р.М.Деменицкая, Л.Э.Левина // Тектоника и нефтегазоносность окраинных и внутренних морей СССР. Л., 1970. Вып. 20. С. 252–272.
48. Рябухин Г.Е., Зинин В.А. Перспективы нефтегазоносности верхнепалеозойских отложений шельфа арктических морей // Геол. нефти и газа. 1992. № 7. С. 2–4.
49. Рябухин Г.Е., Зинин В.А. Перспективы нефтегазоносности триасовых формаций шельфа арктических морей России // Там же. № 12. С. 2–5.
50. Рябухин Т.Е., Зинин В.А. Перспективы нефтегазоносности юрских формаций шельфа арктических морей СССР // Там же. 1991. № 12. С. 2–5.
51. Салманов Ф.К., Грамберг И.С., Клецев К.А. и др. Нефть и газ Арктики – энергетика мира будущего // Там же. 1994. № 3. С. 4–10.
52. Нестеров И.И., Потеряева В.В., Салманов Ф.К. Закономерности распределения крупных месторождений нефти и газа в земной коре. М., 1975. 278 с.
53. Назаркин Л.А. Скорость седиментации и нефтегазогенерационный потенциал осадочно-породных бассейнов // Изв. АН СССР. Сер. Геология. 1984. № 1. 117–122.
54. Проблемы тектоники и нефтегазоносности краевых прогибов / М.И. Варенцов, С.М. Дорошко, И.К. Королук, и др. М., 1973. 232 с.



УДК 550.838.4

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТЕРМОКАППАМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ



М.В. Пименов, А.Г. Маникин, О.Б. Ямпольская,
А.А. Гужикова¹, А.Н. Жуков²

Саратовский государственный университет,
кафедра общей геологии и полезных ископаемых
E-mail: PimenovMV@gmail.com, mag1983@list.ru,
obyu777@mail.ru

¹ кафедра геофизики

E-mail: blackhole3@yandex.ru

² кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых

E-mail: ZhukovAN@gmail.com

Термокаппаметрический метод, базирующийся на эффекте фазового перехода сульфидов и карбонатов железа в магнетит при нагреве до 500°C в окислительной среде, позволяет судить об относительных вариациях концентраций пирита в горных породах. Проведены лабораторные и полевые исследования с целью выяснения возможности получения количественной, а не качественной информации подобного рода по термокаппаметрическим данным. Анализ результатов лабораторных экспериментов с образцами марказита и пирита различного генезиса с размерностью частиц от 0,1 до 1,0 мм выявил значимую линейную зависимость значений термокаппы от концентраций FeS₂ после устранения фактора различной степени уплотнения сульфидосодержащих проб. Модифицированная методика термокаппаметрического метода апробирована на сланцевой толще *Dorsoplanites panderi* в стратотипе волжского яруса.

Preliminary Results of Researches of Estimation of an Opportunity of Quantitative Interpretation of Termokappametric Data

M.V. Pimenov, A.G. Manikin, O.B. Yampolskaya,
A.A. Guzhikova, A.N. Zhukov

Termokappametric method, that is based on the effect of phase transition of sulfides and carbonates of iron to magnetite at heating up to 500°C in the oxidizing environment, allows to define variations of concentration of pyrite in rocks. It is carried out laboratory and field researches with the purpose of finding-out of an opportunity to receive quantitative, instead of the qualitative with help of the termokappametric method. Results of laboratory experiments with samples of marcasite and pyrite (grain size 0,1–1,0 mm) are reveal significant linear dependence of termokappa values from concentration FeS₂ after loosing samples that contain sulfides. The modified technique of termokappametric method is approved on slate thickness *Dorsoplanites panderi* in the stratotype of the Volgian stage.

Суть термокаппаметрического метода заключается в измерении прироста магнитной восприимчивости образцов горных пород после температурного воздействия на них. При нагреве до 500°C в окислительной среде изначально не-

магнитный пирит превращается в сильномагнитный магнетит. Таким образом, величины прироста магнитной восприимчивости dK ($dK=K_1-K_0$, где K_1 (термокаппа) и K_0 – магнитная восприимчивость, измеренная после и до нагрева соответственно), обусловленные новообразованным магнетитом, пропорциональны концентрациям исходного пирита в породе.

Термокаппаметрический метод широко используется в разных областях геологии, например в стратиграфии, палеогеографии, в поиске и разведке залежей углеводородов. Эффективность термокаппаметрических данных для детального расчленения и корреляции разрезов была убедительно продемонстрирована на геологических объектах различного возраста и генезиса [1–4]. Термокаппаметрические вариации зачастую латерально устойчивы в региональном, а иногда и в межрегиональном масштабе [5]. С точки зрения палеогеографии изменения термокаппы по разрезу адекватно отражают седиментационную ритмичность и используются для реконструкций изменения окислительно-восстановительного потенциала в придонных слоях осадков палеобасейнов [1–3, 5]. Основные принципы стратиграфической и палеогеографической интерпретации петромагнитных данных были разработаны ранее [6, 7]. В плане поиска и разведки месторождений углеводородов данные термокаппаметрии представляют наибольший интерес, во-первых, для выявления слоев, обогащенных органическим веществом на стадиях осадконакопления и диагенеза: слои, обогащенные сидеритом и особенно пиритом, являются надежными индикаторами высокого содержания органического вещества в изначальном осадке, что является благоприятным фактором для нефтеобразования. Во-вторых, для выделения пластов со следами вторичных изменений за счет действия углеводородов. Пирит и пирротин в осадочных толщах зачастую связаны с вторичным сульфидообразованием за счет вертикальной миграции углеводородов. Таким образом, наличие аутигенных сульфидов железа с высокой степенью вероятности указывает на существование в нижележащих пластах нефтегазовых залежей. Известен метод оценки приближения к нефтеносному пласту на основе термокаппаметрических данных [8, 9].

Привлекательность термокаппаметрического метода объясняется наличием ряда преимуществ



по сравнению с традиционными минералогическими методами, направленными на определение концентраций пирита. Во-первых, это – экспрессность определений (результаты могут быть получены уже через несколько часов после поступления образцов для анализа), во-вторых, термокаппаметрические данные не зависят от размерности фракции сульфидов и карбонатов железа. Дело в том, что исследование тонкодисперсной фракции, которой зачастую и представлена основная масса FeS_2 , в осадочных породах требует привлечения весьма дорогостоящих методов (рентгеноструктурного, электронной микроскопии и т.д.). При этом вполне вероятно, что значительная часть еще более тонкодисперсной фракции остается недоступной для анализа. Третье преимущество термокаппаметрического метода заключается в относительной дешевизне определений (из аппаратного обеспечения для термокаппаметрических исследований требуется муфельная печь и измеритель магнитной восприимчивости, предварительная подготовка образцов требуемого размера). В совокупности перечисленные пункты создают выгодное отношение цены и качества (информативности) термокаппаметрического метода.

Термокаппаметрический метод, базирующийся на эффекте фазового перехода сульфидов и карбонатов железа в магнетит при нагреве до 500°C в воздушной среде, хоть и успешно используется в практической геологии для экспрессного определения повышенных концентраций пирита в породах, но до сих пор его результаты носят качественный характер. В большинстве случаев на основе анализа термокаппаметрических данных возможны выводы о наличии пирита в отложениях. При значительных вариациях термокаппетрических параметров можно качественно судить о повышенном или пониженном содержании пирита в горных породах. Количественная информация о весовых концентрациях пирита термокаппаметрическому методу в существующей модификации недоступна. Поэтому целью исследований, проведенных нами, было выяснение возможностей количественной интерпретации термокаппаметрических данных при сохранении главных преимуществ метода – экспрессности и доступности (относительной дешевизны) определений.

Для реализации поставленной задачи были проведены термокаппаметрические эксперименты с образцами, изготовленными искусственным способом из немагнитных сульфидов железа различного генезиса. Общее количество образцов, исследованных к настоящему времени, около 300. Методика лабораторных исследований заключалась в следующем. Предварительно готовились пробы с различными весовыми концентрациями (от 0,1 до 3 г) и разной размерностью частиц (более 1 мм, 0,25–1 мм, 0,15–0,25 мм, менее 0,15 мм, менее 0,1 мм) из марказита и пирита разного генезиса. В качестве исходного материала

для опытов использовались конкреции марказита из келловейских глин, собранные нами в разрезах Дубки и Бартоломеевка (Саратовский район), и кристаллы гидротермального пирита из разреза коры выветривания на Южном Урале, предоставленные для исследований В.В.Гудошниковым (СГУ). Фиксированные по массе, размерности и генезису пробы FeS_2 смешивались с растолченным мелом (весом 9 г) или кварцевым песком (весом 18 г), предварительно растолченным до размерности зерен $< 0,15$ мм и прогретым до температуры 550°C в течение 2 часов. Пробы, изготовленные путем смешивания с истолченным мелом, уплотнялись в разной степени. Немагнитность подготовленных образцов контролировалась измерениями магнитной восприимчивости (каппа, K), которая во всех случаях равнялась нулю, в пределах погрешности прибора. Измерения каппы проводились на измерителе магнитной восприимчивости конструкции Зотова (для контроля за качеством измерений выборочные образцы были повторно измерены на CLY-5 в Институте физики земли РАН). Впоследствии образцы нагревались в муфельной печи при температуре 500°C , после чего проводились повторные измерения магнитной восприимчивости, а новообразованные магнитные фазы исследовались под бинокляром. Большинство образцов было подвергнуто двукратным нагревам в течение одного часа.

Анализ результатов измерений магнитной восприимчивости после нагревов образцов (термокаппы, K_r) позволил сделать следующие выводы [10]:

1) Величина термокаппы существенно зависит от местоположения образцов в муфельной печи. K_r у одинаковых проб, находящихся около дверцы и в центральной или задней части печи, различается в несколько раз (рис. 1). Это может быть связано с неравномерностью нагрева в разных частях печи и/или с разницей в доступе воздуха.

2) Величина термокаппы сильно зависит от степени уплотнения пробы. Одинаковые по весу и фракции образцы FeS_2 в рыхлом мелу или песке и в уплотненной меловой матрице различаются по K_r в несколько раз и даже на порядок (см. рис. 1). Это обстоятельство, вероятнее всего, связано с различной степенью окисления новообразованного магнетита, что подтверждается изучением проб под бинокляром после нагрева. В наиболее сильно уплотненных образцах образованный магнитный минерал практически не окислен, в рыхлых образцах фиксируется обратная картина.

3) Очевидно, для того чтобы обнаружить зависимость величины термокаппы от массы сульфидов железа, необходимо исключить влияние по крайней мере двух вышеназванных факторов. Если от первого фактора (местоположение образцов в печи) легко избавиться при проведении исследований, то различную степень уплотнения в общем случае практически невозможно учесть

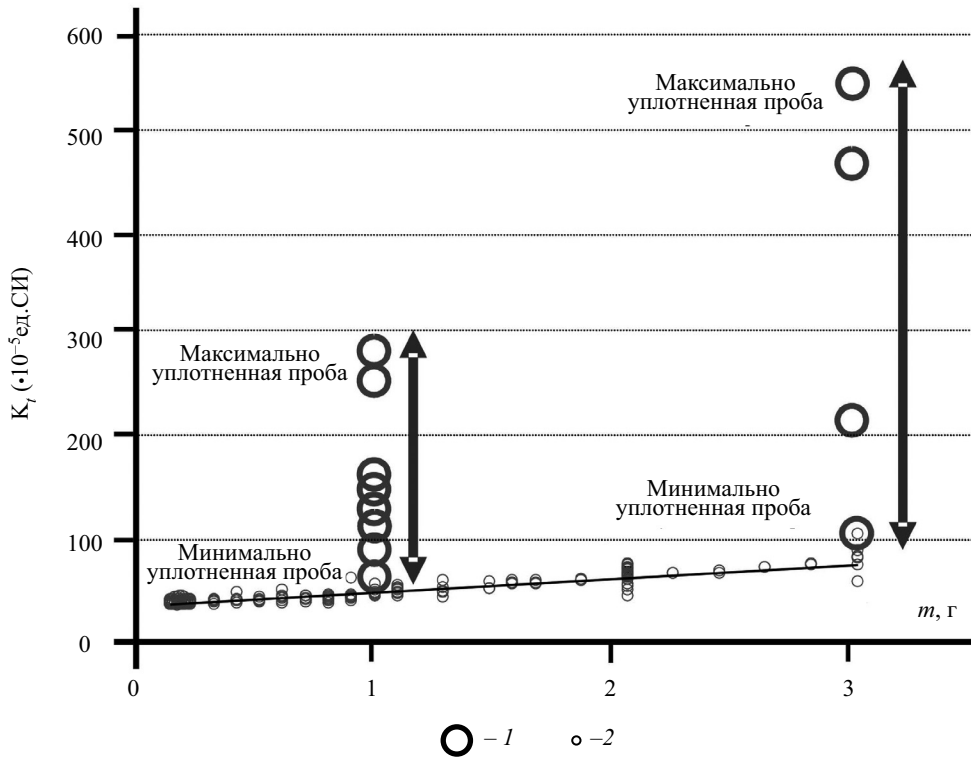


Рис. 1. Вариации термокаппы при одинаковой массе FeS_2 : 1 – в пробах с уплотненной в разной степени меловой матрицей, 2 – в пробах с рыхлой песчаной матрицей (длительность нагрева – 1 час)

при работе с реальными коллекциями горных пород (во всяком случае, за подобную процедуру придется поплатиться главным преимуществом термокаппаметрического метода – его экспрессностью). Простейшим выходом из создавшейся ситуации представляется измельчение всех образцов до фракции одной размерности перед проведением нагревов. В этом случае мы сознательно жертвуем окислением части новообразованного магнетита (и потерей величины K_t) ради создания примерно одинаковых условий прогрева и окисления всех частиц FeS_2 . Подобная модель реализуется в наших опытах при равномерном перемешивании подготовленных проб пирита в песке или мелу без уплотнения. Анализ термокаппы по образцам пирита и марказита, помещенных в рыхлую матрицу, обнаруживает

ярко выраженную линейную зависимость величины K_t от весовых концентраций сульфидов железа (таблица, рис. 2). Тем самым открывается перспектива количественного учета разницы весовых концентраций пирита в разных образцах и определения массы FeS_2 . При исследовании реальных объектов с помощью термокаппаметрии по предложенной методике (измельчение всех образцов до единой фракции) обнаруженный эффект будет иметь особое значение для коллекций, представленных разными литотипами. Неизвестно пока, как подобная процедура будет влиять на тонкодисперсный пирит ($< 0,01$ мм), но из общих соображений представляется, что и в этом случае, при растирании пород, будут обеспечены более или менее одинаковые условия прогрева.

Статистические характеристики зависимости термокаппы от массы FeS_2 для разных размерностей фракции FeS_2

Размерность фракции FeS_2 , мм	Количество проб	Коэффициент линейной корреляции	Уравнение, характеризующее линию тренда
0,25–1	12	0,94	$K_t = 29,406 \cdot m$
0,15–0,25	12	0,83	$K_t = 24,956 \cdot m$
$< 0,15$	21	0,96	$K_t = 20,566 \cdot m$
$\ll 0,15$	15	0,84	$K_t = 23,735 \cdot m$

Примечание. Средние значения K_t для проб с одинаковой массой отражены в формуле $K_t = 21,953 \cdot m$ при коэффициенте линейной корреляции 0,97.

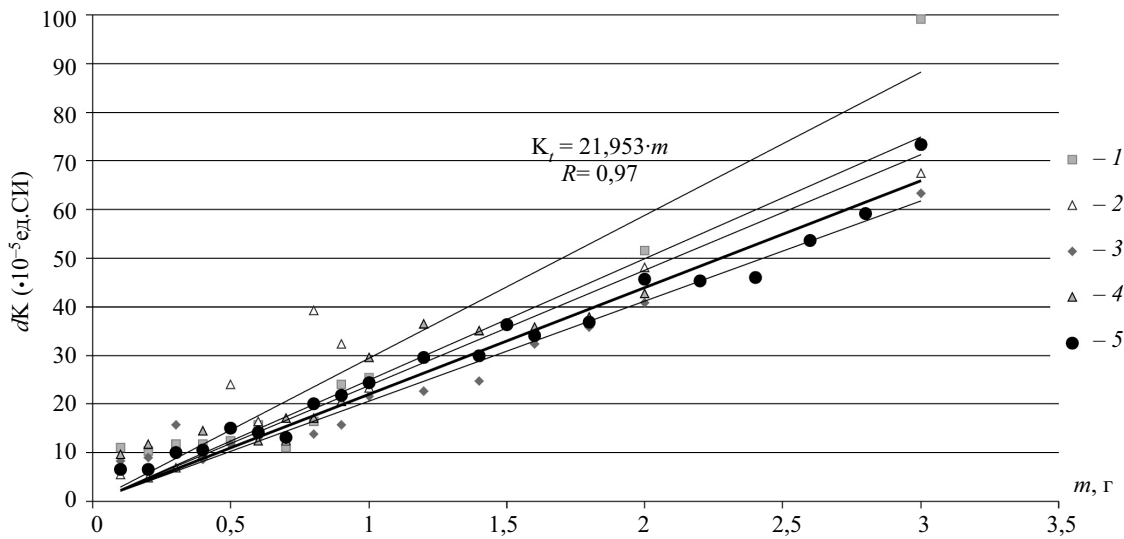


Рис. 2. Зависимость термокаппы от массы FeS_2 в пробах с матрицей из рыхлого кварцевого песка с размерностью зерен < 15 мм (двукратный нагрев по 1 часу): размерность фракции FeS_2 : 1 – 0,25–1 мм, 2 – 0,15–0,25 мм, 3 – меньше 0,15 мм, 4 – много меньше 0,15 мм, 5 – средние значения термокаппы для всех проб с одинаковой массой; для каждой размерности показаны тонкие линии тренда, жирная линия тренда – для средних значений термокаппы; R – коэффициент линейной корреляции между массой пирита и термокаппой

4) Судя по результатам проведенных опытов, величина термокаппы практически не зависит от генезиса FeS_2 .

5) В диапазоне фракций от $< 0,15$ до > 1 мм величина термокаппы слабо зависит от размерности частиц пирита.

6) Рекогносцировочные данные дифференциального термо-магнитного анализа (ДТМА) показывают, что сопутствующие магнитные фазы (лепидокрокит, маггемит) неустойчивы и в рыхлых пробах полностью переходят в слабомагнитный гематит при нагревах длительностью свыше 45 минут.

С целью апробации новой методики в 2005 г. было проведено повторное детальное опробование отложений зоны *Dorsoplanites panderi* стратотипа волжского яруса (д. Городищи, Ульяновский район), представленных чередованием глин и горючих сланцев (так называемая «сланцевая толща») [11]. Ранее в этом интервале разреза было зафиксировано, что скачкообразное повышение прироста магнитной восприимчивости (dK) примерно совпадает с резким увеличением валовой концентрации серы ($S_{\text{вал}}$) (рис. 3). В целом же по разрезу корреляция между петромагнитными и геохимическими параметрами отсутствовала. Коэффициент линейной корреляции (r) между dK и $S_{\text{вал}}$, посчитанный по всей сланцевой толще, равен $-0,01$ (число образцов $n = 29$). В качестве возможного объяснения несогласованности данных разных методов было выдвинуто предположение, что в величину $S_{\text{вал}}$ вносят вклад как сульфидная, так и сульфатная формы серы, а величина dK обусловлена только FeS_2 . Поскольку разрез представлен разными литотипами (глины и горючие сланцы), то, наряду с этим фактором,

нельзя исключить влияния различной степени уплотнения на характер распределения dK . Анализ данных термокаппаметрических исследований, проведенных по новой методике, обнаружил значимую корреляцию между dK и $S_{\text{вал}}$ ($r = 0,62$, $n = 27$) (рис. 4.), подтвердив тем самым влияние фактора уплотнения и эффективность модифицированной методики.

Проведенные опыты показали наличие ярко выраженной линейной зависимости термокаппы от концентраций FeS_2 в искусственно приготовленных пробах. Однако, прежде чем применять выявленные закономерности для определения концентраций пирита в реальных горных породах, необходимо провести ряд дополнительных исследований.

В реальных горных породах в ассоциации с пиритом (марказитом), как правило, встречаются и другие минералы (пирротин, грейгит, мельниквит, сидерит), обладающие сходным термомангнитным эффектом (фазовый переход в магнетит) при нагреве до 500°C . Но магнитные сульфиды и карбонаты железа имеют температуру фазового перехода ниже, чем у пирита, поэтому дифференцировать термокаппаметрические эффекты от разных магнитных фаз возможно путем последовательных нагревов до 350°C (температура, выше которой магнитные сульфиды типа пирротина, грейгита и сидерит превращаются в магнетит), а затем до 500°C .

Авторы выражают благодарность и признательность д-ру геол.-мин. наук, профессору А.Ю. Гужикову и д-ру геол.-мин. наук, профессору О.П. Гончаренко за всестороннюю помощь и многочисленные научные консультации во время проведения исследований и на этапе написания статьи.

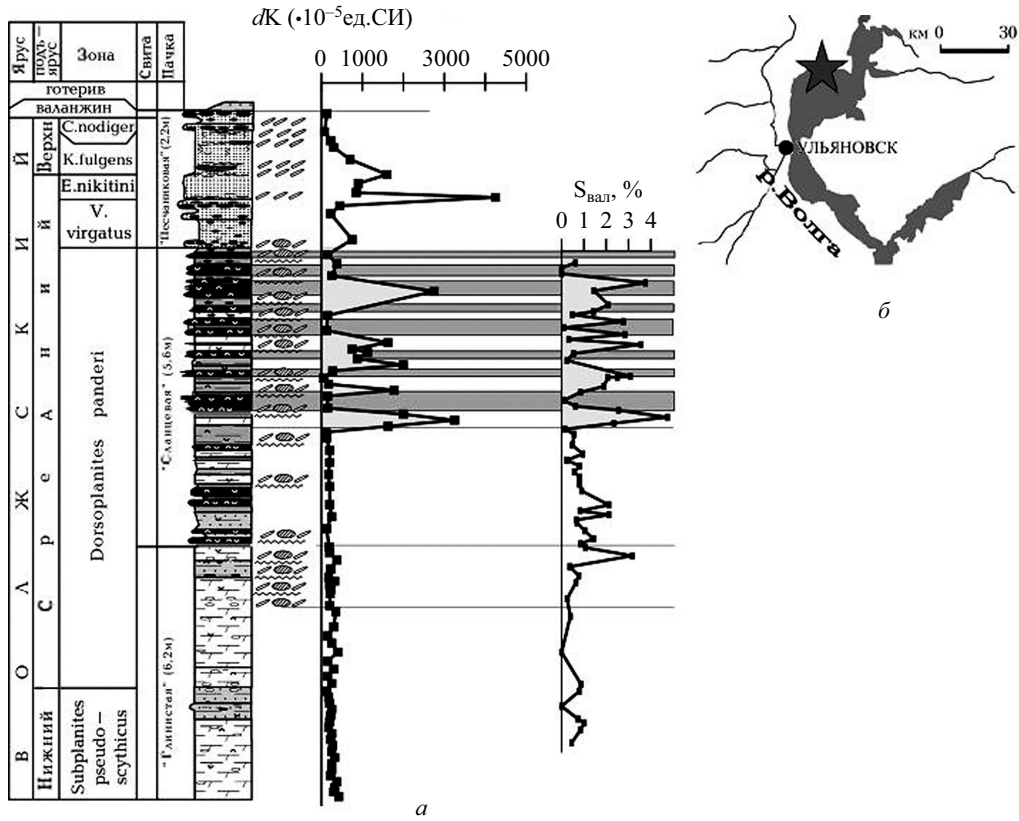


Рис. 3. Распределение прироста магнитной восприимчивости (dK) по данным 1996 г. (а) и валовой серы ($S_{вал}$) в разрезе волжского яруса у д. Городищи (Ульяновский район) (б)

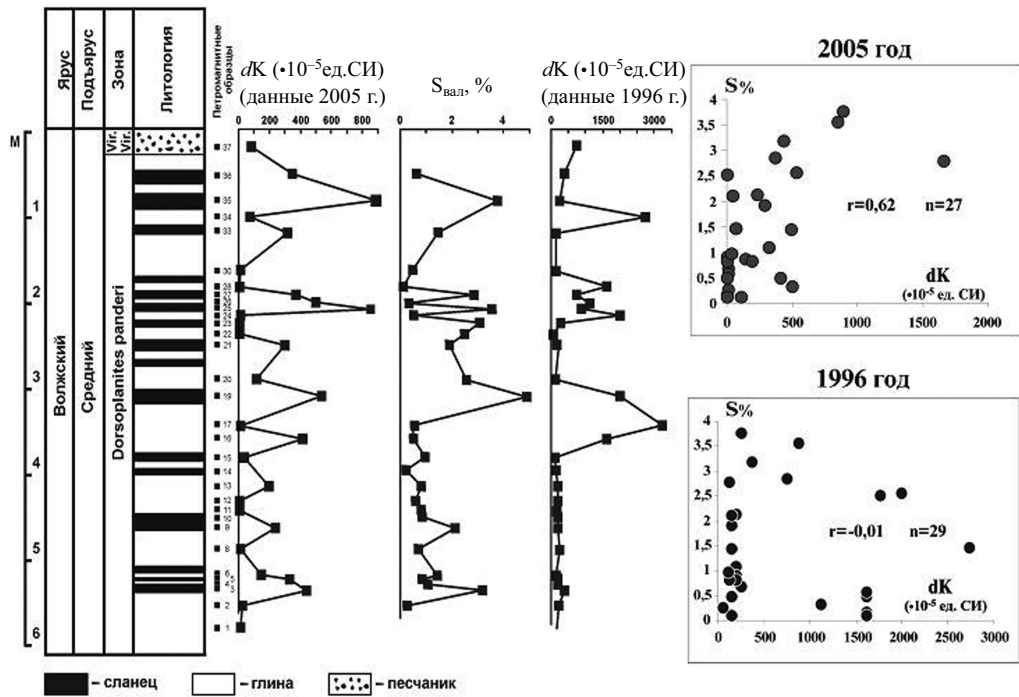


Рис. 4. Распределение прироста магнитной восприимчивости (dK) по данным 1996 и 2005 гг., валовой серы ($S_{вал}$) в пределах «сланцевой толщи» разреза Городищи



Библиографический список

1. Барбошкин Е.Ю., Гужиков А.Ю., Еремин В.Н. Био- и магнитостратиграфия альба в разрезе Акуша (Дагестан). Статья 2. Магнитостратиграфия // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1997. Т.72, вып. 3. С.41–51.
2. Гришанов А.Н., Гужиков А.Ю., Молостовская И.И., Харитонов Т.В. Использование петромагнитных критериев для детального расчленения разрезов уфимского яруса и обоснования границы между соликамским и шешминским горизонтами в пределах Соликамской впадины Предуральского прогиба // Изв. вузов. Геология и разведка. 1997. № 1. С.19–25.
3. Гужиков А.Ю., Барбошкин Е.Ю., Гаврилов Ю.О. и др. Магнитные свойства волжских отложений как индикаторы железосодержащих минералов и их значение для реконструкций условий седиментации в позднюрском палеобассейне Поволжья // Геологические науки – 99: Избр. тр. межвед. науч. конф. (Саратов, 5–16 апреля 1999 г.). Саратов, 1999. С. 38–42.
4. Гужиков А.Ю., Бирбина А.В., Копачевич Л.Ф. и др. Опорный разрез границы альбского и сеноманского ярусов Саратовского Заволжья // Недра Поволжья и Прикаспия. Саратов, 2002. Вып. 31. С.21–29.
5. Гужиков А.Ю., Барбошкин Е.Ю. О региональном отражении океанских аноксических событий (ОАЕ) в петромагнетизме меловых отложений и возможной связи ОАЕ с режимом геомагнитного поля // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: теория, практика, эксперимент: Материалы междунар. семинара. Казань, 2004. С. 289–294.
6. Молостовский Э.А. Скалярные магнитные характеристики горных пород как показатели условий седиментации // Использование магнетизма горных пород при геологической съемке. Л., 1986. С. 150–166.
7. Гужиков А.Ю., Молостовский Э.А. Стратиграфическая информативность численных магнитных характеристик осадочных пород (методические аспекты) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70, вып. 1. С. 32–41.
8. Еремин В.Н., Молостовский Э.А., Первушова Е.В., Черняева А.Ф. Магнитная зональность осадочных пород и пространственное распределение аутигенных минералов железа в зонах влияния углеводородов // Геология нефти и газа. 1986. № 4. С. 38–44.
9. Молостовский Э.А., Фролов И.Ю. Использование термомагнитометрии при поисках месторождений нефти и газа // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: теория, практика и эксперимент: Материалы междунар. семинара. Казань, 2004. С. 257–262.
10. Жуков А.Н., Маникин А.Г., Пименов М.В. и др. К вопросу о количественной интерпретации термокаппаметрических данных // Геологи XXI века: Материалы VI Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов (Саратов, 5–7 апреля 2005 г.). Саратов, 2005. С. 38–40.
11. Гужикова А.А. Результаты апробации модифицированной методики термокаппаметрических данных // Геологи XXI века: Материалы VII Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов (Саратов, 28–31 марта 2006 г.). Саратов, 2005. С. 33–34.

УДК 551.763.1 (470.4)

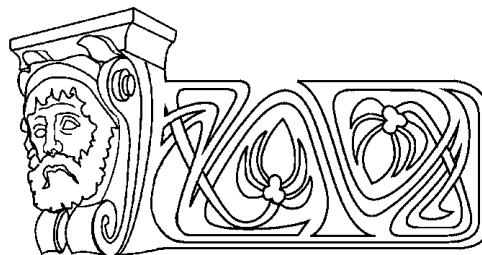
ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НИЖНЕГО МЕЛА НА СЕВЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Ф. Салтыков, А.Г. Маникин¹

Саратовский государственный университет,
кафедра общей геологии и полезных ископаемых
E-mail: dekanat@geol.sgu.ru

¹ Научно-исследовательский институт естественных наук
Саратовского государственного университета,
отделение геологии
E-mail: MAG1983@list.ru

Детальное опробование нижнемеловых отложений, вскрытых в обнажениях и в скважинах на севере Волгоградской области, выявило особенности изменений вещественного состава по разрезу на уровне местных стратиграфических подразделений. Установлена цикличность при формировании нижнемеловых отложений. Анализ собственных и опубликованных палеонтологических сведений позволил произвести их датировку по отношению к общей стра-



тиграфической шкале. Рассматривается стадийность осадконакопления в течение раннего мела на территории Волгоградской области.

Characteristics of the Lower Cretaceous Local Stratigraphic Units from the North of the Volgograd Region

V.F. Saltykov, A.G. Manikin

Detailed sampling of the Lower Cretaceous beds from the wells and outcrops in the north of the Volgograd Region has revealed peculiarities in the material composition alterations along the section at the level of local stratigraphic units. Cyclicity in the Cretaceous bed formation has been established. Analyses of the authors' own and of the earlier published paleontologic data have made it possible to date the beds relative to the general stratigraphic scale. Sedimentation stages in the Early Cretaceous have been considered for the Volga right bank region in the vicinity of Volgograd.



Введение

Нижнемеловые отложения знаменуют новый этап седиментации в мезозойской истории Русской платформы. Они начали формироваться после длительного перерыва, охватившего диапазон от разных горизонтов юры до позднего готерива, хотя на юге (в Прикаспии) иногда отмечаются и более древние (берриас-нижнеготеривские) образования. В основном развиты песчано-алевритовые осадки, в которых присутствуют сравнительно редкие органические остатки, что затрудняет идентификацию местных стратонов и проведение границ между ними. Поэтому целесообразно выявить особенности изменений вещественного состава пород на уровне свит и толщ, которые могли бы служить определенными диагностическими признаками их установления и могли бы охарактеризовать разные стадии терригенного осадконакопления, протекавшего в условиях мелководного островного эпиконтинентального морского бассейна.

Исходными материалами послужили детальные описания керна скважин с его выходом в пределах 50–90% (выполнены В.Ф.Салтыковым), пробуренных в Терсинской впадине и на западе

Приволжской моноклинали. Их расположение показано на рис. 1. Кроме того, использованы данные по скважинам сторонних организаций, а также результаты обследования ряда обнажений. Обнаруженные органические остатки изучались Т.П.Морозовой (аммониты и двустворчатые моллюски), М.В.Бондаревой и Г.Н.Старцевой (фораминиферы), Е.Д. Орловой (спорово-пыльцевые комплексы). Большое значение приобретает точное установление названия пород. Для этой цели применен гранулометрический анализ. Песчаники и алевриты изучались в шлифах. Минералы легкой и тяжелой фракций в иммерсионных препаратах анализировались А.Ф.Черняевой. Состав нижнеаптских железистых песчаников исследовался также с помощью силикатного химического анализа. Все аналитические работы выполнены в лабораториях НИИ Геологии Саратовского государственного университета.

Главный акцент в этом сообщении делается на строении местных подразделений и на их взаимоотношениях друг с другом, чтобы охарактеризовать контактовые зоны и выявить цикличность их формирования в течение раннего мела на основе комплексного обоснования при их выделении.

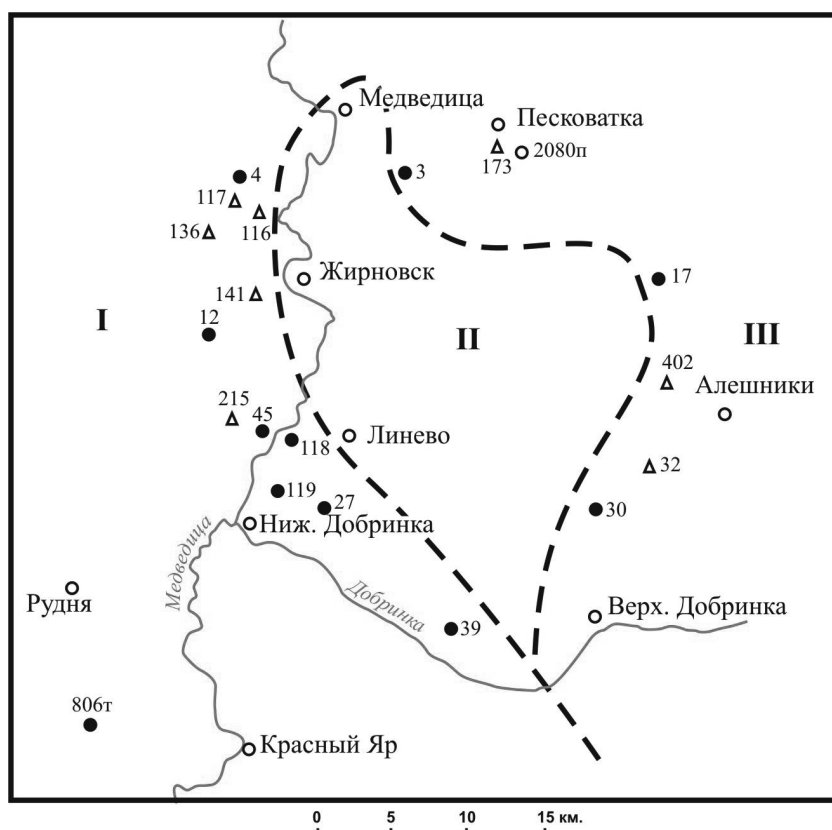


Рис. 1. Расположение скважин (кружки) и обнажений (треугольники), в которых изучены нижнемеловые отложения: скважины сторонних организаций: 806г – Терсинская площадь; 2080п – Песковатская площадь; пунктиром обозначены флексуры в мезозое; тектонические структуры: I – Терсинская впадина, II – Жирновско-Иловлинский вал, III – Приволжская моноклираль



Названия толщ взяты из работы [1], а геологическая индексация – из Решения бюро Регионального межведомственного стратиграфического комитета (РМСК) по центру и югу Русской платформы от 12 апреля 2000 года.

Строение и вещественный состав местных подразделений

Корреляция разрезов в изученных скважинах (табл. 1) с указанием пород и образцов опробова-

ния на разные виды анализа продемонстрирована на рис. 2. Ввиду невозможности показа всех литологических разновидностей, особенно в случае малой мощности, и трудностей проведения границ между ними, на этом рисунке литологический состав дается с некоторыми упрощениями.

Терсинская толща K_1ts . Нижний мел начинается толща глинистых песков и алевритов, отнесенных к верхнему готериву и сопоставляемых с климовской свитой Заволжья, в глинах которой обнаружена соответствующая фауна [1, 2], тогда

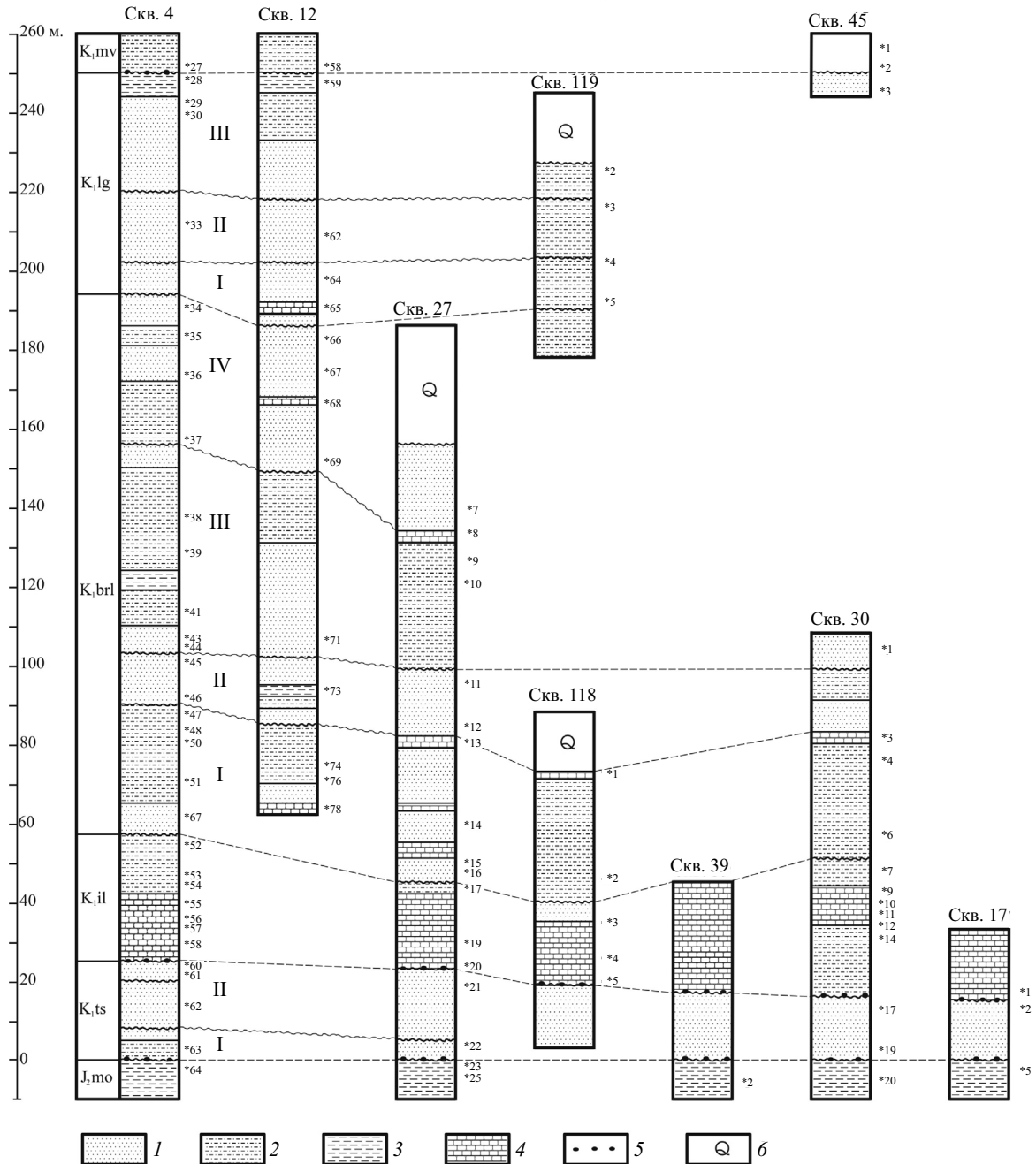


Рис. 2. Корреляция разрезов нижнемеловых отложений по скважинам: пунктиром обозначены линии корреляции границ местных стратиграфических подразделений; извилистыми линиями – границы литологических циклитов; цифрами указаны номера образцов из скважин, показанных на рис. 1: 1 – пески; 2 – алевриты; 3 – глины; 4 – песчаники; 5 – стяжения фосфоритов; 6 – четвертичные отложения



Таблица 1

Типовые разрезы нижнемеловых отложений в скважинах на севере Волгоградской области

Скважины (абсолютная отметка устья, м)	Глубина границ местных подразделений, м			
	K ₁ lg	K ₁ brl	K ₁ il	K ₁ ts
3 (261)	–	–	0,5–18	18–34
4 (200)	128–185	185–322	322–354,5	354,5–379
12 (198)	175–239	239–365	–	–
17 (279)	–	–	0,5–18	18–33
27 (119)	–	31–133	133–163	163–186
30 (284)	–	0,5–55	55–91	91–107
39 (239)	–	–	0,5–24,5	24,5–41
45 (167)	19–25	–	–	–
46 (150)	0,5–31	–	–	–
118 (110)	–	15–43	43–63	63–78
119 (110)	20,5–57,5	57,5–70	–	–

как на Правобережье в составе преобладают пески и алевриты.

В изученном районе на верхнекелловейских глинах с резким и ровным контактом залегают нижнемеловые темно-серые алевриты. В обнажении 116 (Малый Каменный овраг) он непосредственно наблюдается с азимутом падения 295° под углами 15–20°. В кернах приподошвенные слои песков верхнего готерива обогащены темно-серым глинистым материалом, заимствованным при размыве верхнекелловейских глин. Здесь постоянно фиксируются фосфоритовые стяжения. По химическому составу (даны пересчеты на нормативные минералы, образец 3/4) они сложены фторапатитом (61%), кальцитом (13%), кварцем (10%). К востоку возрастает доля песчаного компонента за счет убывания алевритовой составляющей. Эти породы выше по разрезу пос-

тепно сменяются глинистыми песками, сначала мелко-, а затем среднезернистой размерности, но в кровле толщи снова увеличивается количество алевритов.

По гранулометрическим спектрам (табл. 2) можно выделить три циклита, из них только средний представлен в полном объеме, а первый и третий установлены лишь на западе района (скв. 4 и 27). Нижний циклит отделяется от среднего появлением красных и охристых окрасок в кровле нижележащих глинистых песков, на которых залегают серые средне- и мелкозернистые пески, начинающие средний циклит. В его кровле развиты алевриты с постепенной сменой разновидностей. На границе второго и третьего циклитов вновь фиксируются охристая окраска в кровле первого из них и среднезернистые пески в подошве второго.

Таблица 2

Гранулометрические спектры пород местных стратиграфических подразделений в сводном разрезе нижнего мела на севере Волгоградской области (процентное содержание)

Свиты	Циклиты	Номера образцов	Фракции, мм					
			2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	0,1–0,01	<0,01
K ₁ lg	III	4/28	–	1,4	0,3	6,0	19,0	73,3
		12/59	2,4	9,5	0,7	12,4	50,3	24,7
		45/3	–	2,0	0,2	42,8	34,2	20,8
		4/30	–	3,0	3,1	59,4	28,2	6,3
	II	119/3	–	0,2	–	22,2	46,0	31,6
		4/33	0,1	2,2	1,0	49,3	41,4	6,0
		12/62	0,1	3,7	1,5	44,0	33,9	16,8
	I	119/4	–	0,1	–	23,4	34,4	42,1
		119/5	0,2	0,8	–	5,2	45,7	48,1
		12/64	0,1	2,6	3,0	40,8	37,4	16,1
		обн. 117/1	1,9	22,6	6,9	32,6	14,8	21,2
		обн. 136/8	1,3	28,6	14,1	48,0	1,5	6,5



Окончание табл. 2

Свиты	Циклиты	Номера образцов	Фракции, мм						
			2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,01	<0,01	
K ₁ lg	I	обн. 215/1	0,3	2,6	1,5	83,4	10,6	1,6	
		обн. 215/2	1,0	4,5	0,9	32,3	7,7	53,6	
		обн. 215/3	2,0	45,2	3,3	45,9	3,2	0,4	
K ₁ brl	IV	4/34	1,0	17,5	1,1	36,0	30,4	14,0	
		4/35	0,9	3,9	1,9	21,9	38,4	33,0	
		12/66	0,1	2,6	0,6	51,4	26,7	18,6	
		4/36	0,1	2,4	0,7	39,7	47,7	9,4	
		4/37	0,2	2,3	0,5	6,2	51,1	39,3	
		12/69	7,0	13,7	0,3	11,4	42,5	25,1	
	III	4/38	3,4	4,0	0,5	11,2	70,2	10,7	
		27/8	–	0,9	1,8	22,7	66,1	8,5	
		4/39	0,3	1,6	1,8	3,1	50,3	42,9	
		27/9	1,0	6,0	16,2	30,4	28,4	18,0	
		27/10	1,5	5,0	0,5	16,9	55,2	20,9	
		12/71	0,4	8,2	13,2	51,9	14,7	11,6	
		4/43	0,7	1,4	0,4	30,8	43,6	23,1	
		30/1	0,9	16,0	13,1	16,0	50,4	3,6	
		4/44	14,1	34,8	0,6	6,5	9,3	34,7	
		4/45	7,4	24,5	1,3	15,2	27,9	23,7	
	II	12/73	1,3	1,1	0,1	0,9	13,5	83,1	
		4/46	22,4	57,3	2,1	7,3	9,0	1,9	
		4/47	0,6	2,8	0,2	3,5	60,5	32,4	
	I	12/74	–	1,3	–	1,3	50,4	48,0	
		30/4	0,2	2,1	0,3	2,7	65,6	29,1	
		4/51	0,5	1,6	1,3	3,6	32,9	60,1	
		30/6	–	0,4	0,1	1,3	24,1	74,1	
		118/2	0,1	1,7	0,1	4,1	43,5	50,5	
		27/14	47,0	8,6	0,6	5,5	18,7	19,6	
		27/16	68,2	13,7	0,3	3,8	5,0	9,0	
	K ₁ il	–	4/52	0,4	2,3	0,3	3,1	53,0	40,9
			27/17	4,4	8,7	2,4	9,0	59,5	16,0
30/9			7,0	12,3	15,0	38,4	26,5	0,8	
30/14			1,4	1,2	0,7	15,8	40,8	40,1	
обн. 173			13,9	44,9	1,7	21,0	6,4	12,1	
K ₁ ts	III	обн. 141/2	0,1	0,9	0,3	42,3	46,4	10,0	
		обн. 136/1	2,1	24,9	15,6	23,8	14,4	19,2	
		4/61	4,7	44,9	1,7	21,0	6,4	22,4	
	II	27/21	–	0,7	0,2	1,7	59,4	38,0	
		17/2	0,1	1,5	0,2	7,3	44,2	46,7	
		30/17	0,1	1,5	5,4	53,3	27,8	11,9	
		4/62	0,4	26,9	1,1	48,5	13,8	9,3	
I	4/63	–	0,2	0,2	1,7	72,6	25,3		



В легкой фракции преобладает кварц (90%), полуокатанные зерна которого имеют ямчатую поверхность. Содержания полевых шпатов, глауконита и слюды не превышают 5%. Для толщи характерна ильменит-лейкоксен-циркон-дистен-ставролитовая ассоциация тяжелых минералов. Рассмотрение их вертикального распределения по сводному разрезу позволяет наметить некоторые особенности (табл. 3). В составе фракции из пород нижнего циклита резко доминирует один минерал – сидерит. В среднем циклите ассоциация устойчивых минералов имеет состав – лейкоксен-ильменит-дистен-ставролит-турмалин-циркон-гранат с постоянной

примесью пирита. Для первых двух минералов отмечается рост концентраций снизу вверх по разрезу, для турмалина, дистена и ставролита свойственна обратная тенденция. Третий циклит характеризуется ильменит-дистен-ставролит-гранат-цирконовой ассоциацией с аналогичным распределением минералов по разрезу. Эти данные с определенной условностью подтверждают выделение циклитов. Среди глинистых минералов основную роль играют гидрослюды (35–40%) и смешанослойные образования смектит-гидро-слюдистого состава (20–30%), меньшее значение имеют каолинит (20–25%) и хлорит (15%).

Таблица 3

Распределение минералов тяжелой фракции, %, по сводному разрезу нижнемеловых отложений

Свиты	Циклиты	Номера образцов	Выход тяжелой фракции	Ильменит	Лейкоксен	Рутил	Сфен	Циркон	Турмалин	Гранат	Дистен	Силлиманит	Ставролит	Апатит	Хромит	Пирит	Лимонит
К ₁ lg	III	4/28	0,14	13,8	27,8	6,0	–	7,9	6,2	–	24,8	0,2	12,7	–	–	–	3,3
		12/59	0,17	16,6	28,0	1,7	1,7	8,7	4,0	18,0	11,7	–	2,7	4,5	2,0	15,8	6,0
		45/3	0,19	7,8	39,7	7,8	0,2	7,3	10,2	–	15,6	0,3	8,4	–	0,3	0,3	4,2
		Среднее	0,17	12,7	31,8	5,2	0,6	8,0	6,8	6,0	17,4	0,3	8,0	1,5	0,8	5,4	4,5
	II	119/3	0,69	30,3	15,3	4,9	–	3,0	4,3	20,0	12,5	–	3,4	–	1,9	11,1	9,1
		4/33	0,24	31,6	12,6	2,6	0,2	6,2	3,3	23,5	12,8	–	4,4	–	0,4	15,5	–
		12/62	0,24	11,8	36,0	9,7	–	7,3	7,3	0,5	20,0	–	5,9	–	–	–	–
		Среднее	0,39	24,6	21,3	5,7	0,1	5,5	5,0	15,0	15,1	–	4,6	–	0,8	9,0	3,0
	I	119/4	0,61	30,0	13,4	1,7	0,2	6,4	6,5	27,6	8,4	–	3,2	0,7	0,7	1,8	6,9
		119/5	0,78	33,0	13,6	4,2	0,4	4,7	1,3	20,5	13,2	–	1,3	4,2	1,5	30,8	1,0
		12/64	0,54	24,4	20,8	5,0	–	11,3	1,4	23,5	9,2	–	2,6	0,2	–	21,5	–
		обн. 117/1	0,38	26,3	10,5	0,5	0,2	3,6	12,5	0,5	26,3	–	18,6	–	–	–	35,4
обн. 215/1		0,19	13,1	16,7	3,4	–	6,4	14,0	0,3	27,8	0,2	16,5	–	–	–	25,3	
обн. 215/3		0,20	4,5	13,5	2,2	0,2	1,0	11,2	0,2	30,6	–	35,9	–	–	–	20,3	
Среднее	0,45	21,9	14,7	2,8	0,2	5,6	7,8	12,1	19,2	–	13,0	0,9	0,4	9,0	14,7		
Среднее	0,33	20,0	22,6	4,6	0,3	6,4	6,5	11,0	17,2	0,2	8,5	0,8	0,7	7,8	7,3		
К ₁ brl	IV	4/34	0,61	23,0	5,4	3,0	3,0	3,3	5,7	29,0	20,4	0,3	7,0	–	1,0	14,2	0,4
		4/35	0,30	14,8	18,1	1,3	9,2	8,5	5,1	28,6	19,0	0,5	1,8	–	0,7	35,0	–
		12/66	0,68	19,4	12,1	4,0	–	5,4	6,3	20,5	20,7	–	10,4	–	–	0,8	–
		4/36	0,39	22,5	21,5	10,7	0,4	10,6	6,6	0,4	15,9	1,6	7,4	–	–	–	27,1
		4/37	0,08	19,4	14,0	4,5	–	12,4	3,1	32,0	7,6	0,2	3,6	0,7	1,3	35,2	2,5
		12/69	0,19	33,8	7,8	5,1	0,2	9,9	3,2	21,8	4,7	–	1,5	2,1	4,0	14,6	1,6
		Среднее	0,36	22,3	13,2	4,9	2,2	8,4	5,0	22,0	14,7	0,4	5,3	0,2	1,3	16,7	5,3
	III	4/38	0,89	28,4	5,7	2,3	0,2	13,7	2,5	29,5	13,0	0,4	2,3	0,4	0,4	2,9	–
		27/8	0,64	26,6	3,7	1,5	2,5	12,7	1,2	19,7	1,7	–	2,0	10,7	4,3	–	–
		4/39	0,52	31,8	6,7	5,7	2,1	7,5	3,2	23,0	12,1	0,4	2,3	0,8	3,4	7,1	0,7
27/9		0,17	32,4	7,1	1,7	2,9	10,0	4,0	16,4	11,7	–	7,6	–	1,0	14,3	–	
27/10		0,65	26,5	5,5	2,3	0,2	4,7	3,5	29,4	12,7	2,3	4,3	3,5	3,9	8,9	–	
12/71		0,01	11,4	5,0	0,7	–	1,7	3,0	16,4	10,4	–	15,3	0,7	–	28,7	4,7	
4/43		1,76	13,8	51,0	0,2	–	1,1	0,2	17,1	9,5	0,2	6,7	–	–	4,3	1,0	
30/1	0,68	21,2	19,7	12,8	0,4	23,2	3,2	0,2	14,2	0,2	3,9	–	–	–	21,4		
4/44	0,52	14,0	4,8	2,3	–	3,8	3,2	55,7	6,0	2,7	2,2	–	3,0	4,8	0,2		
Среднее	0,65	22,8	12,1	3,3	0,9	9,6	2,6	23,4	10,1	0,7	5,2	1,8	1,8	8,0	2,8		



Окончание табл. 3

K ₁ brl	II	4/45	0,57	6,8	11,2	1,9	–	6,8	9,4	11,1	30,9	0,5	18,1	–	–	9,3	46,0
		12/73	0,58	15,1	7,1	1,1	0,4	10,5	2,5	29,1	2,3	–	1,0	12,0	17,6	7,0	0,2
	4/46	0,20	28,2	6,7	5,1	1,4	8,9	5,1	22,2	11,8	2,7	4,4	–	1,8	4,8	6,3	
	Среднее	0,45	16,7	8,3	2,7	0,6	8,8	5,7	20,8	15,0	1,1	7,8	4,0	6,5	7,0	17,7	
	I	4/47	0,43	27,0	11,6	2,0	0,8	14,2	3,2	20,0	6,8	1,2	0,8	8,0	1,6	11,9	0,3
12/74		0,01	13,3	7,3	0,6	0,2	5,7	1,4	21,4	2,4	0,2	0,2	4,3	7,3	12,5	–	
30/4		0,05	12,2	7,1	2,2	2,0	8,5	1,0	12,8	2,0	0,8	0,2	1,6	5,3	–	6,8	
30/6		0,15	21,8	10,2	1,4	0,5	9,2	1,4	3,4	1,9	–	–	–	6,8	–	7,0	
Среднее	0,16	18,6	9,0	1,5	0,9	9,4	1,8	14,4	3,0	0,8	0,3	3,5	5,2	8,6	3,5		
Среднее	0,40	20,1	10,6	3,1	1,2	9,0	3,8	20,2	10,7	1,2	4,7	2,6	3,7	10,1	7,3		
K ₁ il	–	27/17	0,39	9,3	5,3	2,1	0,4	5,6	1,4	12,6	2,9	–	–	–	3,3	1,5	–
K ₁ ls	III	обн. 141/2	0,38	28,4	12,1	10,9	–	13,8	6,2	0,2	23,1	0,2	3,9	–	–	–	4,7
		4/61	0,36	14,4	2,3	0,8	–	6,8	5,4	20,8	21,1	–	27,6	–	–	1,2	–
	Среднее	0,37	21,4	7,2	5,9	–	10,3	5,8	11,5	22,1	0,1	15,7	–	–	0,6	2,4	
	II	27/21	0,12	7,4	47,8	12,3	0,9	9,7	2,8	0,2	13,1	0,8	1,7	–	2,1	8,8	–
		17/2	0,56	16,0	17,0	9,9	0,4	5,5	5,7	14,6	16,0	–	2,8	–	–	12,0	0,8
		4/62	0,09	4,8	8,7	0,5	–	1,0	13,0	1,4	31,2	0,5	18,3	–	–	1,4	–
Среднее	0,20	9,4	24,5	7,6	0,4	5,4	7,2	5,4	20,1	0,4	7,6	–	0,7	7,4	0,3		
Среднее	0,29	15,4	15,9	6,8	0,2	7,9	6,5	8,5	21,1	0,3	11,7	–	0,3	4,0	1,4		

Примечание. 1) Ввиду присутствия в составе тяжелой фракции преимущественно одного минерала, указанного в скобках, образцы обн. 136/8, обн. 215/2 (лимонит); 4/30 (пирит); 4/51, 118/2, 4/52, обн. 136/1 (биотит); 27/14, 27/16, 30/9, 30/14, обн. 173, 4/63 (сидерит); 30/17 (фосфорит) не используются. 2) Расположение образцов по сводному разрезу соответствует таковому в табл. 2 и на рис. 2.

Мощности отложений варьируют от 16–20 м на северо-востоке района до 30–40 м на востоке, юге и западе, но чаще наблюдаются величины 25–35 м, что указывает на относительно выровненный палеорельеф. При этом мощности верхнего готерива изменяются вне зависимости от полноты разреза подстилающих келловейских пород. На севере, востоке и юге района последние относятся к верхнему и среднему подъярусам. На большей части Терсинской впадины присутствуют только нижнекелловейские отложения, причём мощность верхнего готерива изменяется незначительно. Максимальные значения приурочены к локальным пологим понижениям ограниченной площади с глубиной вреза в келловейские глины менее 10 м.

Иловлинская толща K₁il, отнесенная к нижнему ауту [1], состоит из двух литологических пачек: в нижней преобладают кварц-глауконит-сидеритовые песчаники на лептохлоритовом цементе с прослоями разнозернистых песков, в верхней доминируют алевроиты с прослоями и гнездами мелкозернистых песков. Помимо скважин отложения изучались в обнажениях, где они слагают вершинные поверхности Перевозинской гряды (на северо-востоке), урочища Синяя Гора (на востоке) и Боровая Гора (на западе), которые обрамляют Жирновско-Иловлинский вал, но здесь не установлены полные мощности толщи – часто отсутствует верхняя алевроитовая пачка.

В подошве нижней пачки повсеместно залегает слой (1–2 м) разнозернистых косослоистых песков с гравием и стяжениями фосфоритов (обнажение 173). Выше располагается толща песчаников, но в некоторых скважинах (скв. 30) на востоке в основании преобладают мелкозернистые пески и алевроиты, внутри которых залегают песчаники. В ряде образцов из прослоев песков основную массу тяжелой фракции составляет сидерит. Песчаники сложены бесцветным кварцем с волнистым погасанием, зерна которого имеют различную окатанность (до 65%), глауконитом (до 40%), сидеритом (до 35%) и лептохлоритовым цементом (до 25%) (табл. 4). В цементе участками наблюдается оолитовая структура. Центр оолитов занимает окисленный глауконит, замещаемый сидеритом и лептохлоритом, иногда по краям можно видеть плохо окристаллизованный фосфат типа коллофана. По химическим анализам суммарные концентрации окисного и закисного железа составляют 20–35%. Эти песчаники слагают Песковатско-Вершининское месторождение, выступающее в качестве северной периферии Камышинского железорудного бассейна с большими разведанными запасами. Для пород характерна плохая сортировка кластогенного материала, что реализуется в широких вариациях содержаний минералов. Встречаются обломки окремненной древесины и фрагменты крупных раковин аммонитов и пеллеципод. В отдельных случаях наблюдаются полосы косой слоистости.



Таблица 4

Минеральный состав песчаников и алевролитов, %, распределенных по сводному разрезу нижнемеловых отложений

Свиты	Номера образцов	Кварц	Полевые шпаты	Слюды	Глауконит	Глинистое вещество	Глинисто-кремнистый цемент	Сидерит	Лентохлорит	Пирит	Фосфорит
K ₁ lg	4/29	57	3	–	13	–	27	–	–	–	–
	12/65	47	4	3	25	–	20	–	–	1	–
K ₁ brl	12/68	50	2	3	8	–	35	–	–	2	–
	27/8	20	2	3	35	–	35	–	–	5	–
	27/13	52	7	1	5	–	30	5	–	–	–
	30/3	52	7	1	5	–	32	3	–	–	–
	118/1	50	2	–	3	–	–	43	–	2	–
	4/48	32	–	–	–	–	–	67	–	1	–
12/75	12	10	7	–	7	–	62	–	2	–	
K ₁ il (алевролиты)	30/7	57	4	3	7	25	–	–	–	4	–
	4/53	47	7	4	3	32	–	4	–	3	–
	4/54	27	3	2	3	62	–	–	–	3	–
	4/55	35	5	3	7	48	–	–	–	2	–
	17/1	47	3	3	7	40	–	–	–	–	–
K ₁ il (песчаники)	30/9	57	3	–	7	–	–	20	13	–	–
	30/10	62	3	–	8	–	–	20	7	–	–
	30/11	37	3	3	7	–	–	35	8	7	–
	30/12	67	2	–	13	–	–	6	12	–	–
	118/3	15	–	–	13	–	–	32	17	6	17
	4/56	39	–	–	27	–	–	27	7	–	–
	4/57	47	3	3	7	5	–	35	–	1	–
	4/58	43	–	–	37	–	–	7	13	–	–
	27/19	47	2	–	17	–	–	7	27	–	–
	118/4	57	2	–	17	–	–	13	11	–	–
	118/5	61	–	–	23	–	–	9	6	1	–
	4/60	43	–	–	37	–	–	7	13	–	–
27/20	53	2	–	10	2	–	32	–	–	1	

Примечание. Расположение образцов по разрезу показано на рис. 2.

Верхняя алевролитовая пачка залегает на песчаниках согласно, но с отчетливым контактом, иногда в основании отмечаются глинистые пески. В породах возрастает степень сортировки материала, наблюдается значительная доля различных песчаных фракций (см. табл. 2), концентрации которых убывают к кровле пачки. Они сложены кварцем (27–57%) с примесью глауконита (3–7%), полевых шпатов (3–7%) и слюд (2–4%), распределенных в глинистом веществе (25–62%). Постоянно встречаются зерна пирита (до 4%) и реже – сидерита (см. табл. 4). Тяжелая фракция соответствует гранат-ильменит-лейкоксен-цирконовой ассоциации, этим алевролиты отличаются от пород верхнего готерива (см. табл. 3). Глинистые минералы представлены гидрослюдами (25–40%), смешанослойными образованиями (15–25%), каолинитом (20–50%) и хлоритом (10–15%), т. е. минеральный состав пелитовой фракции сходен с таковым, установленным в верхнем готериве, но возрастает роль каолинита.

Подобное сходство обнаруживает и распределение мощностей. Минимальные величины наблюдаются на севере района (18–20 м), а максимальные (до 60 м) встречены на юге. Последние приурочены к пологим понижениям на позднеготеривском палеорельефе, причем их контуры могут не совпадать по расположению их концентров. Наиболее обычные мощности изменяются в пределах 25–35 м.

Бурлукская толща K₁brl, рассматриваемая в составе нижнего апта [1, 2], представлена переслаивающимися глинистыми песками и алевролитами с прослоями глин и песчаников. В основании залегают грубозернистые кварцевые пески (1 м) с перекрестной и косой слоистостью, содержащие обломки кремней и железистых песчаников различной окатанности (скв. 27, образец 16). В керне других скважин встречены только мелкозернистые пески, залегающие на иловлинских алевролитах. Поэтому с некоторой долей условности принимается концепция залегания толщи на размытой поверхности нижележащего стратона.



Выше располагается алевритопесчаная пачка. По литологическим признакам выделяются четыре циклита, имеющие сходное строение. В основании каждого из них наблюдаются крупно-среднезернистые пески фракций 2–1 и 1–0,5 мм, содержания которых закономерно убывают от нижнего циклита к верхнему (см. табл. 2). Средняя и верхняя части сложены мелкозернистыми глинистыми песками и алевритами, переходы между которыми не всегда надежно устанавливаются. В третьем циклите вблизи кровли развиты алевриты с примесью мелкозернистого песка. В керне скв. 4 можно видеть, что границы циклитов приурочены к изменению окрасок пород: красные и охристые в кровле нижнего, резко сменяемые зеленовато- и темно-серыми в подошве верхнего. В других скважинах они проводятся по прослоям песчаников. Однако более убедительные данные получают при детальном опробовании при производстве гранулометрического анализа. Мощности циклитов изменяются следующим образом: для первого свойственны величины около 35 м, для второго – около 15 м, для третьего – 45–50 м, для четвертого – 30–35 м.

Минеральный состав прослоев песчаников позволяет разделить их на две группы (см. табл. 4). Первая объединяет породы, включенные в первый циклит. Они сложены кварцем (12–50%), сидеритом (43–67%), глинистым веществом (до 70%), примесью полевых шпатов (до 10%) и слюд (до 7%). Причем вблизи кровли циклита в песчаниках резко сокращается концентрация сидерита, но возрастает роль глинисто-кремнистого цемента (до 30%). Вторая группа соответствует песчаникам, расположенным во втором – четвертом циклитах. Они сложены кварцем (20–50%), глауконитом (5–35%) и глинисто-кремнистым веществом (30–35%) с примесью полевых шпатов и слюд. Прослой темно-серых песчаных глин часто вмещают линзы мелкозернистых песков. Слоистость у них не выражена. Они постепенно переходят в алевриты. Среди тяжелых минералов возрастает роль эпидота и хромита.

Во всех породах толщи легкая фракция сложена преимущественно прозрачным кварцем (до 90%), зерна которого имеют различную окатанность (преобладают полуокатанные зерна). Присутствуют глинисто-глауконитовые агрегаты (до 15%) и полевые шпаты (до 6%). Тяжелая фракция представлена ильменит-лейкоксен-гранат-циркон-дистен-ставролитовой ассоциацией с постоянной примесью впервые появляющихся апатита и хромита, а также пирита. По этому показателю породы бурлукской толщи отличаются от иловлинских отложений. Различия по составу устойчивых минералов в выделенных циклитах не являются четкими. Можно отметить увеличение содержания турмалина, рутила и сфена к кровле толщи, но уменьшение апатита и хромита. Для первого циклита характерны более низкие

концентрации граната, дистена и ставролита (см. табл. 3).

Глинистая составляющая всех разновидностей сложена примерно одним и тем же набором минералов: гидрослюдами (10–40%), смешанослойными образованиями (30–50%), каолинитом (5–30%), хлоритом (10%). В четвертом циклите появляется монтмориллонит, иногда составляющий до 85% объема пелитовой фракции.

Мощность отложений в полных разрезах варьирует от 135 до 153 м. К западной оконечности Терсинской впадины она постепенно убывает до 84 м, что хорошо видно на широтных геологических профилях через всю структуру, здесь не представленных. К югу и востоку изученного района мощность толщи не является полной, и отложения покрываются четвертичными образованиями. Однако на отдельных участках в скважинах фиксируется величина около 140 м.

Лысогорская толща K_1lg , отнесенная к нижнему и среднему подъярусам альба [1, 2], залегает с размывом апта и развита лишь в местах полной мощности последнего. В Терсинской впадине фиксируется верхний контакт толщи с сеноманом.

Нижняя граница проводится по подошве слоя (1–3 м) средне-мелкозернистых песков, иногда косослоистых, изредка содержащих стяжения фосфоритов. Они вмещают прослой алевритов (обнажения 117, 136, 215). Выше располагаются мелкозернистые пески, фиксируемые в керне скважин, причем в кровле увеличивается доля алевритовой составляющей и появляется красно-охристая окраска. Эти породы мощностью 9–12 м составляют нижний циклит (см. рис. 2). Следующий циклит мощностью 14–28 м также сложен мелкозернистыми песками с примесью среднезернистой размерности и снова в кровле наблюдается красно-охристая окраска. Аналогичное строение имеет и верхний циклит (около 29 м), в кровле которого залегают пестрые алевритовые глины, на которых располагаются зеленовато-серые алевриты меловатской свиты K_2mv сеномана со стяжениями фосфоритов. Для всех пород свойственна хорошая сортировка кластогенных компонентов. Слоистость обычно не выражена, лишь в отдельных местах, чаще в обнажениях, фиксируется косая слоистость. Данные по нижней и верхней границам толщи свидетельствуют в пользу их размывного характера, что указывала Г.Г. Пославская [3] для изученного района. Прослой песчаников сложены кварцем (47–57%), глауконитом (13–25%) и глинисто-кремнистым цементом (20–27%), то есть их минеральный состав сходен с таковым, установленным в песчаниках, расположенных в верхах бурлукской толщи.

В легкой фракции присутствуют различно окатанные зерна прозрачного кварца (до 90%), микроагрегаты зеленого глауконита и глинистого вещества (15%), примесь полевых шпатов (до 6%). Глинистая составляющая представлена ассоци-



ацией монтмориллонита (20–90%), гидрослюды (5–75%) и каолинита (5–18%), хлорит в образцах не установлен. Этот состав существенно отличается от наблюдаемого в породах бурлукской толщи. В тяжелой фракции присутствует ильменит-лейкоксен-гранат-дистен-ставролит-турмалин-цирконовая ассоциация с примесью пирита. В циклитах отмечаются некоторые отличия, видимые при сравнении средних концентраций минералов (см. табл. 3). Общими особенностями можно считать увеличение содержания лейкоксена и циркона, но уменьшение ильменита, граната и ставролита вверх по разрезу.

Полные мощности толщи изменяются в пределах 55–78 м, причем на востоке Терсинской впадины фиксируются минимальные величины, а на большей части площади структуры они варьируют вокруг 70–75 м.

В связи с фрагментарностью обнажений и их относительной редкостью на территории района наибольшую информативность приобретают скважины, материалы по которым уже частично использовались в сводках [4]. Однако в литературе не приводилась каротажная характеристика. Поэтому целесообразно восполнить данный пробел (рис. 3). Рассмотрение диаграммы позволяет наметить следующие особенности.

1. Некоторые границы стратонов четко выделяются по гамма-аномалиям, особенно когда соответствующие породы содержат значительные количества стяжений фосфоритов. Такое поведение свойственно для подошвы терсинской, иловлинской толщ и меловатской свиты сеномана. Менее выразительны по этому показателю границы между иловлинской и бурлукской, последней и лысогорской толщами, хотя и здесь можно выделить пики или изменения в характере поведения кривой. Иногда они даже более четкие на границах различных циклитов, что наблюдается в бурлукской и лысогорской толщах.

2. По величинам кажущихся электросопротивлений (кривые потенциал- и градиент-зондов на правой части диаграммы) четко выделяются песчаниковая пачка иловлинской толщи и слои, сложенные преимущественно песками с малым количеством глинистого компонента, отмечаемые положительными пиками. На кривой ПС (пунктир на левой части диаграммы) картина в целом аналогичная.

3. Совместное рассмотрение всех кривых дает основание для надежного установления не только границ стратонов, но и большинства циклитов, что хорошо согласуется с проведенным литологическим анализом. Это заключение важно при проходке скважин с малым выходом керна, и отсюда невозможность детального опробования разреза.

Палеонтологическое обоснование возраста нижнемеловых стратонов

Как указывалось выше, в нижнемеловых отложениях обнаружены сравнительно редкие

органические остатки, и выделение местных подразделений производилось главным образом по литологическим признакам. Их датировка обосновывалась редкими находками аммонитов и фораминифер. В данном разделе, кроме собственных сведений, используются опубликованные материалы, собранные в изученном районе.

Позднеготеривский возраст терсинской толщи установлен на основании обнаружения аммонита *Simbirskites* sp. (образец 4/63) и фораминифер *Cribrostomoides infracretaceus* Mjatl. и *Ammobaculites malodushensis* Akim. (образец 27/22). В керне скв. 806т А.И. Сарычевой описаны фораминиферы *Am. volskiensis* Dain, *Verneulinoides neocomiensis* Mjatl., *Globulina praelacrina* Mjatl. [4]. В ряде обнажений на территории изученного района Г.Ф. Лунгерсгаузен [5] встретил аммониты *Speetonivceras versicolor* (Tr.), *Sp. aff. inverselobatum* (Ne-um.), *Sp. inversus* (M. Paul.), *Simbirskites decheni* (Lah.), *Craspedodiscus discofal-catus* (Lah.). Г.Г. Пославская [6] описала комплекс двустворчатых моллюсков *Panopeae neocomiensis* (Leym.), *Modiola pulcheria* Orb., *Cyprina bernensis* Leym. var. *lata* Mord., *Dosinimeria vendoperana* (Leym.), *D. dupiniana* (Orb.), *Goniomya caudata* Ag., *Camptonectes striatopunctatus* (Roem.). Эти данные позволяют сопоставлять отложения с тремя аммонитовыми зонами регионально стандарта (снизу вверх): *Sp. versicolor*, *S. decheni*, *C. discofalcatus* [1, 2], но самые верхние слои последней зоны, очевидно, отсутствуют в разрезе вследствие размыва в барремское время.

В трех образцах из скв. 4, 27 и 30 Е.Д. Орловой описан следующий палинокомплекс: *Plicifera delicata* (Bolch.) Bolch., *Gleicheniidites senonicus* Ross., *G. laetus* (Bolch.) Bolch., *G. umbonatus* (Bolch.) Bolch., *G. carinatus* (Bolch.) Bolch., *Clavifera triplex* (Bolch.) Bolch., *Pelletieria tersa* Bolch., *P. mediotriata* Bolch., *Cicatricosisporites munitaestriatus* (Bolch.) Pocock., *C. dorogensis* Pot. et Gell., *Lygodium echinaceus* Verb., *L. verus* (Delc.) Bolch., *Lygodiumsporites subsimplex* (Naum.) Bolch., *L. parvireticulatus* (Bolch.) Vinog., *Klukisporites visibilis* (Bolch.) Bolch., *Leiotriletes tenuis* (Lesch.) Mensch., *L. convexus* Bolch., *Lycopodium parvum* Naum., *Tripartina variabilis* Mal., *Selaginella velata* (Weyl.) Krasn., *Cyathidites* sp., *C. junctus* (Bolch.) Alim., *Camptotriletes cerebriformis* Naum., *Ginkgocycadophytus* sp., *Podocarpidites paucus* M. Petr., *Cedrus libaniformis* Bolch., *Pinus vilgaris* (Naum.) Bolch., *Picea exilioides* Bolch., *Pseudopicea variabiliformis* (Mal.) Bolch., *Cupressacites minor* Bolch., *C. coriaceus* Bolch., *Taxodiaceae-Cupressaceae*, *Classopollis* sp. Приведенный палинокомплекс характеризуется преобладанием спор (85–91%) над пыльцой голосеменных растений. Из спор доминируют представители папоротников сем. *Gleicheniaceae* (33–43%) и *Schisaeaceae* (9–19%) разнообразного видового состава. В большом количестве отмечены споры рода *Cyathidites* (15–29%). Споры *Leiotriletes* немногочисленны

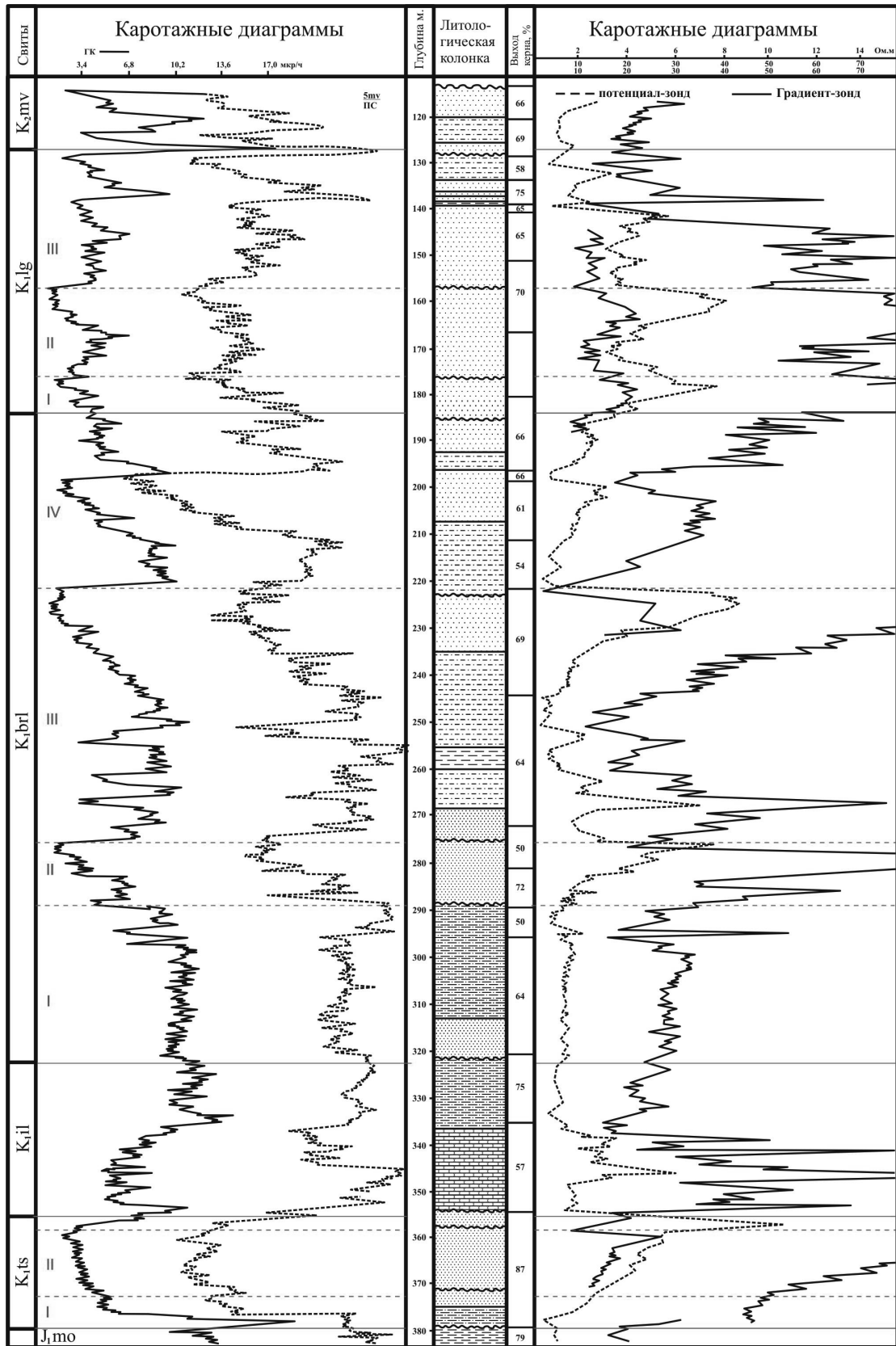


Рис. 3. Типовая каротажная диаграмма по разрезу скв. 4: обозначения литологических разновидностей см. на рис. 2; сплошные линии трассируют границы стратонов, пунктирные – циклитов, нумерованных римскими цифрами в каждом подразделении



(5–6%), но присутствуют во всех спектрах. Споры плаунов, мхов и *Classopollis*, а также пыльца голосеменных сем. *Podocarpaceae*, *Pinaceae* и рода *Ginkgacycadophytus* представлена единичными зернами. Данный состав палинокомплекса несколько отличается от указанного ранее [4] прежде всего богатством изученных форм.

Раннеаптский возраст иловлинской толщи подтвержден находками развернутого гетероморфного аммонита *Tropaeum* sp. и двустворчатых моллюсков *Corbula* sp., *Thetironia* sp. (обнажение 173) и *Panopeae* cf. *neocomiensis* (Leym.) (образец 4/55). Принято в работах [1, 2, 4] считать эту фауну нижнеаптской. В то же время Г.Г. Пославская пачку железистых песчаников относил к верхнему баррему [3, 4]. Такое же мнение часто указывалось в геологических отчетах. По аналогии нами ранее [7] принимался тот же позднебарремский возраст, а отложения относились к балашовской толще. В песчаноалеуритовых породах около Михайловки (к югу от изученного района) А.И. Сарычева установила типичные верхнебарремские фораминиферы *Haplophragmoides* aff. *barremicus* Mjatl., *H. subchapmani* Kuzn., *Epistomina* aff. *caracolla* (Roem.), *Vaginulina* cf. *schloenbachi* Reuss, *Glomospirella gaultina* (Berth.), *Lamarckina lamplughii* (Sher.) [4]. Таким образом, картина не является однозначной. Обнаружение аммонита *Tropaeum* sp., по мнению Е.Ю. Барабошкина, изложенному в личной беседе, свидетельствует в пользу раннеаптского возраста иловлинской толщи. Это согласуется со схемой корреляции нижнего апта [1], где этот стратон сопоставляется с зоной стандарта *Turkmeniceras turkmenicum* – *Matheronites ridzewskyi*, расположенной в низах нижнего апта.

В изученных разрезах семь отобранных образцов (см. рис. 2) имеют аналогичные спорово-пыльцевые спектры, объединенные Е.Д. Орловой в единый палинокомплекс. В нем, так же как и в верхнеготеривском комплексе, преобладают споры (80–93%) над пыльцой. Однако отмечается большее видовое разнообразие сем. *Gleicheniaceae* (44–57%): *Plicifera delicata* (Bolch.) Bolch., *G. senonicus* Ross., *G. toriconcavus* Krut., *G. laetus* (Bolch.) Bolch., *G. rasilis* (Bolch.) Bolch., *G. umbo-natus* (Bolch.) Bolch., *G. carinatus* (Bolch.) Bolch., *Ornamentifera echinatus* (Bolch.) Bolch., *Clavifera triplex* (Bolch.) Bolch. По сравнению с верхним готеривом содержание сем. *Schizaeaceae* (6–10%) несколько уменьшается, но видовой состав комплекса богат. Установлены следующие виды: *Pelletieria tersa* Bolch., *Cicatricosisporites minutae-striatus* (Bolch.) Pock., *C. mediostriatus* (Bolch.) Pock., *C. australiensis* (Cock.) Pot., *Lygodium echinaceus* Verb., *L. horridus* Sach., *L. verus* (Delc.) Bolch., *L. gibberulum* K.-M. var. *gubberula* K.-M., *L. as-per* Bolch., *Lygodiumsporites subsimplex* (Naum.) Bolch. Постоянно присутствуют споры *Leiotriletes* и плауновых. Относительно верхнего готерива увеличивается содержание спор мхов, пыльцы хвойных сем. *Podocarpaceae* (до 3%),

Pinaceae (до 7%). Сопутствующими являются пыльца *Classopollis* и *Cupressaceae*. Этот комплекс по количественным показателям отличается от верхнеготеривского, но имеет различия и по сравнению с составом, приведенным ранее [4].

В бурлукской толще нами не обнаружены фаунистические остатки, а изучены лишь спорово-пыльцевые спектры, которые позволяют говорить лишь об аптском возрасте. Более надежные сведения можно получить из работы Г.Г. Пославской [3], которая обобщила как ранее опубликованные [5], так и собственные материалы по фауне, встреченной в пределах изученного района. Она полагала, что следует различать три фаунистические зоны (снизу вверх): 1) *Matheronites ridzewskyi* Kar., *Tropaeum hilloi* (Sow.) и *Imerites densecostatus* Ren; 2) *Deshayesites deshayesi* (Leym.) и *D. weissii* Neum; 3) *Dufrenoyia furcata* (Sow.) и *D. subfurcata* Kas. Кроме аммонитов, она приводила список характерных двустворчатых моллюсков. Собранная фауна, по современным представлениям, соответствует четырем аммонитовым зонам нижнеаптского подъяруса [1, 2]. В последней стратиграфической схеме [1] выделены две толщи: иловлинская, сопоставляемая с зоной *M. ridzewskyi*, и бурлукская – с зонами *D. furcata* и *D. deshayesi*. Ввиду отсутствия собственных фаунистических сведений в настоящем сообщении принимается положение, согласно которому бурлукская толща образует единый разрез мощностью 150 м, отнесенный к нижнему апту. Вполне возможно, что выделенные четыре цикла могут сопоставляться с аммонитовыми зонами *Deshayesites deshayesi*, *Epicheloniceras tschernyschewi*, соответствующими верхней половине нижнего подъяруса и большей части среднего апта. Наши материалы подтверждают перерыв осадконакопления между иловлинской и бурлукской толщами, хотя его продолжительность была меньшей по сравнению с предложенной в работе [1].

Целесообразно привести палинологический комплекс, составленный из 20 спектров, определенных в образцах, указанных на рис. 2. В нем доминируют споры *Gleicheniaceae* (50–73%), представленные более разнообразными видами по сравнению с терсинским и иловлинским комплексами. Впервые встречены виды *G. radiatus* (Bolch.) Bolch., *Ornamentifera tuberculata* (Bolch.) Bolch., *Clavifera crassiuscula* (Bolch.) Bolch., *C. tuberosa* Bolch., *C. rudis* Bolch. Также впервые обнаружены виды: *Anemia clavata* Mark., *Dicksonia densa* Bolch., *Phlebopteris exornatus* Bolch., *Leptolepidites verrucatus* Couper, *Caytonia oncodes* (Harr.) Bolch., *Podocarpidites major* (Bolch.), *P. paucus* Petr., *P. multesimus* (Bolch.) Pock., *Podocarpus cretacea* (Naum.) Bolch., *Cedrus libaniformis* Bolch., *C. parvisaccata* Sauer., *C. permira* Bolch., *C. rara* Bolch., *Pinus aequalis* (Naum.) Bolch., *P. concessa* (Naum.) Bolch., *P. suconcinua* (Nau.) Bolch. Уменьшается процентное содержание и



видовое разнообразие сем. *Schizaeaceae* (2–7%) относительно иловлинского комплекса. Мало спор *Leiotriletes* (2–7%) и *Stereisporites* (0,5–4%), пыльцы *Podocarpaceae* (0,5–2%), *Pinaceae* (1–6,6%) и *Cupressaceae* (1–5%). Sporadически отмечается пыльца *Classopollis*. Е.Д. Орлова считала, что этот палинокомплекс обнаруживает большое сходство с комплексами, изученными в аптских отложениях естественных выходов на Соколовой Горе (Саратов) и правого склона Волги от Хвалынска до устья Терсы. В целом он совпадает со сведениями, приведенными в работе [1]. В то же время отмечаются некоторые отличия в качественных и количественных показателях по сравнению с иловлинским комплексом.

Лысогорская толща, сложенная песками и алевритами, относительно бедна фаунистическими остатками. В сводке [4] указано, что в районе Красного Яра были обнаружены среднеальбские аммониты *Dimorphoplites rossiensis* Glas., *D. bureukensis* Glas., *Anahoplites cf. sinzowi* Spath. В верховьях Иловли А.Н.Мазаровичем встречены типичные для среднего альба аммониты *Hoplites cf. interruptus* Brug., *H. cf. raulinianus* Orb. В пределах Терсинской впадины А.И.Сарычева определила фораминиферы *Haplophragmoides chapmani* Moroz., *H. umbilicatus* Dain, *Ammobaculites ex gr. agglutinans* Orb., *Am. aequalis* (Roem.), *Proteomina scherbornuana* (Chap.), *Glomospirella gaultina* (Bert.). В этой же сводке отмечалось, что в основании альба встречены гальки песчаников и желваки песчаных фосфоритов, а вышележащие пески иногда обладают косослоистой текстурой.

В палинокомплексе, выделенном из лысогорских пород (образцы 4/33, 12/64, 119/2, 4, 5, см. рис. 2), по сравнению с аптом, наблюдается уменьшение содержаний и видового разнообразия спор сем. *Gleicheniaceae* (34 – 41%) с наиболее широко представленным видом *G. laetus* (Bolch.) Bolch. Присутствуют транзитные формы. Споры сем. *Schizaeaceae* и группы *Leiotriletes* немногочисленны, но присутствуют во всех спектрах (4 – 6%). Отмечены споры *Cyathidites* (7–9%). Среди пыльцы преобладают хвойные сем. *Cupressaceae* (до 10%) и *Pinaceae* (до 15%), в последнем доминирует род *Cedrus* (до 12%) с видами *C. libaniformis* Bolch., *C. permira* Bolch., *C. leptoterma* Sauer., *C. rara* Bolch., *C. obscura* Sauer. Единично представлена пыльца покрытосеменных *Castanea vahrameevii* Bolch. Этот комплекс Е.Д.Орлова относил к альбу.

Заключение

Изложенные материалы показывают, что нижнемеловые отложения соответствуют этапу терригенной седиментации на площади Нижнего Поволжья, причем они отражают ступенчатый характер развития морского бассейна. На юге региона отмечаются породы берриаса-валанжина мощностью более 200 м с частыми перерывами

[1, 2]. Они возникали вследствие неоднократного смешения бореальных и тетических вод в результате то открытия, то закрытия Каспийского пролива [8, 9]. Данные отложения составляют первую стадию развития морского бассейна, которая заканчивается почти полным осушением площади в раннем готериве. В этом сообщении в основном применяются палеогеографические реконструкции Е.Ю. Барабошкина [8, 9].

На территории Волгоградско-Саратовского Правобережья раннемеловая история начинается с позднего готерива, когда сюда проникает бореальная (симбирскитовая) трансгрессия, в результате чего отложения этого возраста залегают на различных горизонтах юры. В их составе доминируют глинистые пески, содержащие стяжения фосфоритов. Море было мелководным, и изредка оно мелело до такой степени, что породы обнажались выше водной поверхности, о чем свидетельствует появление красно-охристых окрасок из-за окисления глауконита. Они составляют вторую стадию.

В начале баррема происходит крупная тектоническая и палеогеографическая перестройка, когда Каспийский пролив закрывается. В позднем барреме имеет место бореальная дегезитовая трансгрессия [8, 9], которая в Заволжье фиксируется формированием орловгайской свиты преимущественно глинистого состава. На Правобережье орловгайской свиты соответствуют пески и песчаники балашовской толщи, образованные в условиях мелководного островного моря. Причем они, видимо, сохранились лишь на отдельных участках. Во всяком случае, на севере Волгоградской области их присутствие строго не доказано. Вероятно, здесь находилась область размыва.

В раннем апте восстанавливаются нормальные морские условия в результате расширения субтетической трансгрессии из-за открытия Каспийского пролива [9]. В изученных разрезах в основании иловлинской толщи залегают грубозернистые железистые песчаники с косой слоистостью, составляющие обширный Камышинский железорудный бассейн. Они формировались в условиях мелководного островного моря, о чем свидетельствует плохая сортировка кластогенного материала с присутствием крупно- и среднезернистых фракций. Выше по разрезу они сменяются мелкозернистыми глинистыми песками и алевритами. После кратковременного перерыва характер осадкообразования становится более однородным – формируется алевритопесчаная бурлукская толща. Она разделяется на четыре циклита, на границах которых появляются красно-охристые окраски в кровле нижних и более крупнозернистые фракции в подошве верхних циклитов. Это свидетельствует о неустойчивых условиях седиментации в морском бассейне. Иловлинские и бурлукские отложения, соответствующие нижнему и среднему апту, составляют третью стадию раннемеловой истории региона, в



которой следует различать две фазы, разделенные перерывом седиментации. Во второй половине апта намечается осушение юга Русской платформы [8, 9]. Во всяком случае, на территории Волгоградского Правобережья верхний апт достоверно не установлен, а средний апт выделяется лишь в Заволжье на площади Волгоградского палеопротриба – верхазовская свита глинистого состава [1, 2]. Диапазон позднего апта приходится на региональный перерыв осадконакопления.

Начало альба знаменуется мощной бореальной трансгрессией с образованием песков, содержащих иногда фосфориты в основании. Седиментация не была устойчивой, так как в кровле выделенных циклитов появляются окисленные породы. В песках изредка наблюдается косяя слоистость, существенно меняется состав глинистой составляющей – исчезает хлорит, возникает в больших количествах монтмориллонит. Такая же картина отмечается в Ульяновско-Саратовской впадине [10], т.е. подобные условия осадкообразования прослеживаются и в Среднем Поволжье. Это свидетельствует о прибрежном характере накопления осадков, возможно существование авандельтовых фаций. Находки среднеальбских аммонитов в изученном районе подтверждают присутствие пород этого возраста, включенных в лысогорскую толщу. Однако верхнеальбские отложения (парамоновская свита) на Правобережье (южнее Вольска) не известны, но недавно установлены в Заволжье [11], а также в восточной части Правобережья, входящей в Волгоградский палеопротриб. Е.Ю. Барабошкин [8, 9] считает, что они соответствуют осадкам тетического мортониперасового морского бассейна.

Следовательно, ниже-среднеальбские отложения четко отражают начало новой стадии седиментации, возобновившейся после регионального позднеаптского перерыва (в некоторых районах Нижнего Поволжья он начался еще в среднем апте). Характер накопления лысогорской толщи очень сходен по составу с породами бурлукской толщи раннего апта. Поэтому их следует лучше рассматривать в качестве регрессивной стадии бореального раннемелового этапа истории. На это же указывает и существование авандельтовых фаций. Тогда парамоновская свита будет соответствовать следующей стадии. Эти глины возникли уже в условиях нового тетического моря, проникшего до 55° с.ш. [9]. Хотя нельзя исключать возможность отнесения всех альбских отложений к трансгрессивной стадии позднемелового этапа осадконакопления. Очевидно, последующие более детальные палеогеографические реконструкции на территории Нижнего Поволжья помогут уточ-

нить особенности раннемеловой истории региона, но с обязательным учетом палеотектонического и палеогеографического факторов.

Авторы весьма признательны Е.Ю. Барабошкину за обсуждение изложенных фактических материалов и А.Ю. Гужикову за сделанные критические замечания.

Библиографический список

1. Решение бюро секции юры и мела РМСК по центру и югу Русской платформы от 3 июня 1999 г. // Постановления МСК и его постоянных комиссий. СПб, 2006. Вып. 36. С. 35–54.
2. Объяснительная записка к унифицированным стратиграфическим схемам нижнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. СПб, 1993. 58 с.
3. *Пославская Г.Г.* Палеонтологическое обоснование стратиграфии нижнего мела Медведицко-Иловлинских поднятий // Тр. науч. конф. по стратиграфии мезозоя и палеогена Н. Поволжья и смежных областей. Вольск, 1958. С. 195–208.
4. *Карнаухов И.Б., Пославская Г.Г.* Меловая система. Нижний отдел // Геология СССР. Т. 46. Ростовская, Волгоградская, Астраханская области и Калмыцкая АССР. Геологическое описание. М., 1969. С. 287–317.
5. *Лунгерсгаузен Г.Ф.* Материалы по стратиграфии мезозойских и палеогеновых отложений северной ветви Дно-Медведицких поднятий // Тр. Всесоюз. аэрогеол. треста. 1956. Вып. 2. С. 190–255.
6. *Пославская Г.Г.* О верхнеготеривских отложениях между речью Иловли и Медведицы в Сталинградской области // ДАН. 1961. Т. 140, № 3. С. 682–684.
7. *Салтыков В.Ф., Маникин А.Г.* Литологическая характеристика и циклиты нижнемеловых отложений на севере Волгоградского Правобережья // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы Третьего Всерос. совещания. Саратов, 2006. С. 123–124.
8. *Барабошкин Е.Ю.* Нижний мел Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления (стратиграфия, палеогеография, бореально-тетическая корреляция) // Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 2001. 50 с.
9. *Барабошкин Е.Ю.* Раннемеловые проливы Русской плиты // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2003. Т. 78, вып. 4. С. 35–48.
10. *Гаврилов С.С., Никульшин А.С., Косоруков В.А. и др.* К характеристике осадконакопления в готериве-альбе Ульяновско-Саратовской впадины (Русская плита) // Меловая система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Тез. докл. I Всерос. совещания. М., 2002. С. 27–29.
11. *Гужиков А.Ю., Бирбина А.В., Копаевич Л.Ф. и др.* Опорный разрез границы альбского и сеноманского ярусов Саратовского Заволжья // Недр Поволжья и Прикаспия. Саратов, 2002. Вып. 31. С. 21–29.



УДК [550.83:553.3/9](470.44)

ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Б. Головин, Б.А. Головин, М.В. Калининкова

Саратовский государственный университет,
кафедра геофизики
E-mail: Kalinnikova1@rambler.ru

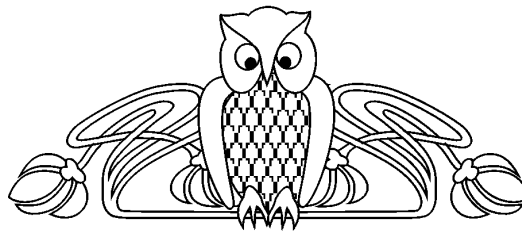
В работе для нужд промысловой геофизики предлагается схема районирования Саратовской области, основанная на глубинах залегания и литологическом составе основных нефтегазоносных комплексов, тектоническом районировании территории, распространении соленосных отложений и зон развития аномально высоких пластовых давлений (АВПД), результатах замеров геофизических параметров в скважинах, стратиграфических разбивках, данных о конструкциях скважин, пластовых температурах и давлениях, минерализациях пластовых вод. Выделены шесть зон, характеризующихся общностью условий проведения промыслово-геофизических исследований, показан характер распределения выявленных месторождений углеводородов по предлагаемым элементам районирования и по основным нефтегазоносным комплексам в их пределах. Выделенные зоны охарактеризованы соотношением начальных суммарных ресурсов углеводородов. Геолого-технические условия проведения ГИС по элементам промыслово-геофизического районирования сведены в таблицу.

Well Logging Zoning of Saratov Region

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

In work for needs of the mine geophysics the outline of the Saratov oblast division into district is offered, it is based on the depths of bedding and litological structure of the basic oil and gas complexes, tectonic division into district of the territory, distribution of the salt-measures and zones of development of the anomaly press, results of the metering of geophysical parameters in the chinks, stratigraphy layings out, data about the designs of the chinks, bed temperatures and pressure, mineralization of the bed of waters. Six zones are picked out which are described by a generality of conditions of conducting of mine geophysical researches, the character of distribution of the revealed hydrocarbon deposits connected with the offered elements of the division into district and with the basic oil and gas complexes in their limits is shown. The allocated zones are characterized by the correlation of initial total resources of the hydrocarbon deposits. The geology technical conditions logging with the elements of the mine geophysics division into district are shown in the table.

В тектоническом отношении юго-восточные земли Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП), занимаемые Саратовской областью, расположены в зоне сочленения таких крупных тектонических элементов, как Рязано-Саратовский мегапрогиб, Волго-Уральская антеклиза и Прикаспийская мегавиадина, которые, в свою очередь, имеют сложное геологическое строение и подразделяются на элементы подчиненного порядка (рисунки).



Разные части столь обширной территории характеризуются различным геологическим строением, включая литологический состав слагающих разрезов пород, глубины залегания одновозрастных отложений, технические условия проведения геофизических исследований скважин (ГИС) и т.д. Общеизвестно, что характер применения и выбор конкретных методов ГИС зависит как от геолого-петрофизических, так и от технических характеристик изучаемого разреза.

Изучаемые коллекторы имеют как терригенный, так и карбонатный состав, нередко со значительными примесями глинистого материала. Терригенные коллекторы, так же как и карбонатные, не являются простыми по вещественному составу: первые, будучи преимущественно кварцевыми, в некоторых комплексах характеризуются олигомиктовым и полимиктовым составом минерального скелета; твердая фаза карбонатных коллекторов представлена известняками, доломитами, их смесями, нередко с примесями ангидритов.

Если терригенные коллекторы обладают преимущественно межзерновой структурой пустотного пространства, то емкость карбонатных обусловлена, помимо межзерновых пор, наличием трещин и каверн. Уже рассмотренные особенности требуют для определения литологического состава и различных составляющих пористости использования данных достаточно широкого комплекса ГИС.

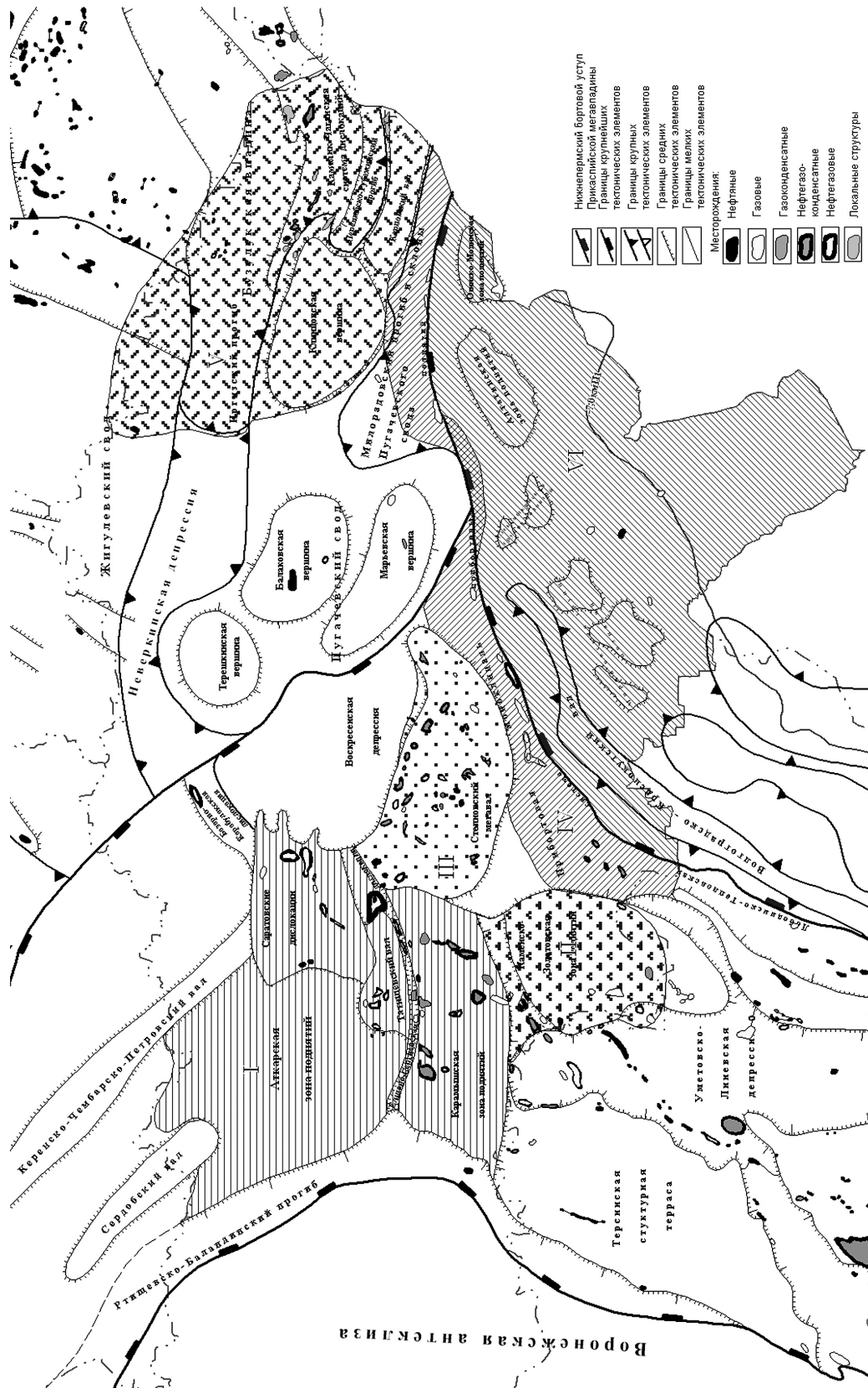
Так, для разделения коллекторов на кварцевые и полимиктовые, а также для количественной оценки глинистости необходимы как минимум данные гамма-каротажа и метода потенциалов собственной поляризации. Определение минерального состава и пористости коллекторов требует привлечения данных так называемых «каротажной пористости».

Выделение коллекторов и оценка эффективных нефтегазонасыщенных толщин при разных геолого-технических условиях включает выявление признаков, свидетельствующих о подвижности пластового флюида по данным стандартных методов ГИС, и признаков, получаемых с помощью специальных исследований.

Еще одна важная процедура – оценка нефтегазонасыщенности коллекторов основывается на достоверной оценке удельного электрического сопротивления горной породы. Различные соотношения между электрическими сопротивлениями промывочной жидкости и ее фильтрата, с одной стороны, и пластовой воды – с другой,



Масштаб 1 : 2 500 000



Обзорная схема тектонического и промыслово-геофизического районирования Саратовской области и прилегающих территорий (сост. К.Б. Головин по материалам Е.В. Постновой, Л.И. Сизинцевой, И.В. Орешкина и др., 2003 г.): I – Теплово-Карамышская зона; II – Каменско-Славянухинская зона; III – Степновская зона; IV – зона сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавадины; V – зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины; VI – Прикаспийская мегавадина



обуславливают повышающее либо понижающее проникновение фильтрата в коллектор. Преимущественное распространение получило повышающее проникновение. Однако в тех случаях, когда скважины вскрывают толщу соли, промывочная жидкость засолоняется, и характер проникновения изменяется на понижающее.

Геолого-технические характеристики разрезов (конструкции скважин, параметры промывочных жидкостей (ПЖ), минерализация пластовых вод, а следовательно, их удельное электрическое сопротивление (УЭС), температура пласта) также оказывают значительное влияние на результаты ГИС. Как правило, эти величины заметно изменяются с глубиной, которая, таким образом, является одним из основных параметров, определяющих их значения. Знание закономерностей изменения позволяет получить представление о характере проникновения фильтрата промывочной жидкости в пласт, учитывать температурные изменения сопротивления промывочной жидкости и пластовой воды. Кроме того, минерализация и УЭС пластовых вод являются важными петрофизическими константами, входящими в уравнения Арчи [1], и вместе с сопротивлением бурового раствора определяют эффективность применения некоторых геофизических методов.

В этой связи в настоящей работе предлагается районирование территории Саратовской области для выделения участков, характеризующихся однородностью предварительно заданного набора показателей, обеспечивающего дифференциацию геофизических и геолого-технических условий проведения ГИС.

В целом для региональной структуры исследуемого района характерно наличие регионального наклона в направлении Прикаспийской мегавпадины. Поверхность фундамента испытывает погружение от абсолютных отметок «-1000» м на западе и «-2000» м на севере до «-4000» – «-6000» м на юге – юго-востоке. В пределах Прикаспийской мегавпадины поверхность фундамента наклонена к ее центру от «-6000» м до «-21000» м (Н.В. Грекова, Д.Л. Федоров, Н.В. Неволин, 1986 г.).

На фоне регионального наклона на юго-восток на отдельных территориях отмечается несоответствие структурных планов для различных горизонтов осадочного чехла (ОЧ). В этом отношении наиболее характерны северо-западная и юго-восточная части Рязано-Саратовского мегапрогиба, являющиеся наиболее подвижными зонами, начиная с рифейского этапа тектогенеза [2–4]. Более простые условия залегания и общее соответствие структурных планов различных горизонтов характерны для районов Волго-Уральской антеклизы. Наиболее резкие изменения структурных планов тектонических элементов чаще всего отмечаются на уровне подошвы среднефранских отложений, называемой также «подошвой карбонатного девона». Наличие крупного углового стратиг-

рафического несогласия в отложениях верхнего девона дает основание некоторым исследователям [5] выделять в палеозойско-кайнозойской части осадочного чехла по крайней мере два основных структурных этажа: нижний, охватывающий нижнюю часть отложений осадочного комплекса до нижнефранского подъяруса включительно и в общих чертах повторяющий строение поверхности дорифейского фундамента, и верхний, объединяющий карбонатный комплекс пород верхнего девона, каменноугольные, пермские, мезозойские и палеогеновые отложения. В Прикаспийской нефтегазонасной провинции вследствие ее сложного геологического строения и увеличенных толщин отложений деление более дробное: выделяются несколько подсоловых и надсоловых структурных этажей (Н.И. Ускова, Н.В. Грекова, П.М. Быстрицкая, 1974 г.).

В нижнем структурном этаже в пределах территории исследования выделяются юго-восточная часть Рязано-Саратовского мегапрогиба, юго-западная часть Волго-Уральской антеклизы и северная часть Прикаспийской мегавпадины.

Рязано-Саратовский мегапрогиб занимает почти всю западную часть исследуемой территории. Это древнейшая надпорядковая структура, начало формирования которой относится к протерозойскому времени (Пачелмско-Саратовский авлакоген). Для него характерно дискретное строение, т.е. наличие выступов, грабенов, систем разломов и флексур. В пределах мегапрогиба выделяются структуры более мелкого порядка (см. рисунок), наиболее значимыми из которых с точки зрения наличия скоплений нефти и газа являются Степновский мегавал, Саратовские дислокации, Татищевский вал, Елшано-Сергиевская дислокация, Карамышская депрессия, Каменско-Золотовская приподнятая зона и Иловлинско-Родниковская дислокация.

В пределах Волго-Уральской антеклизы, имеющей относительно более простые условия залегания по сравнению с Рязано-Саратовским мегапрогибом, выделяются осложняющие ее тектонические элементы первого и второго порядков, такие как Пугачевский и Жигулевский своды, Бузулукская впадина, Иргизский прогиб и др. (см. рисунок). В палеозойских отложениях перечисленных структурных зон расположены многочисленные месторождения углеводородов.

Ряд месторождений приурочен к зоне сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Волго-Уральской антеклизы с Прикаспийской мегавпадиной, называемой прибортовой моноклиной.

Выше уже говорилось о том, что технические характеристики разрезов (конструкции скважин, параметры промывочных жидкостей, минерализация пластовых вод, а следовательно, их удельное электрическое сопротивление (УЭС), температура пласта) также оказывают значительное влияние на результаты ГИС.



При обсадке скважин, как правило, используется многоколонная конструкция. Бурение начинают большим диаметром (400–500 мм), затем, по мере увеличения глубины, диаметр сужают, и основные нефтегазоносные комплексы проходят с диаметром от 290 до 190 мм (в основном 216 мм), иногда 161 мм. При этом каждый участок равного диаметра обсаживается соответствующей колонной.

Наиболее сложные конструкции (5–6 колонн) используются при бурении скважин на каменноугольные и девонские объекты в зоне сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавпадины, где помимо большой глубины залегания отложений и наличия АВПД осложняющим фактором является присутствие в разрезе мощной соленосной толщи, проходка которой практически невозможна без постоянного перекрытия обсадной колонной. При бурении скважин на нижнепермские объекты применяются более простые, 2 – 3-колонные конструкции.

Возможность использования наиболее простых конструкций скважин появляется в Тепловско-Карамышской зоне, небольшая глубина залегания поисковых объектов которой (до 1 км) и отсутствие осложнений при бурении позволяют осуществлять проходку от устья до забоя долотом одного диаметра.

Относительно небольшой диаметр скважин в продуктивных комплексах благоприятствует проведению исследований, поскольку влияние скважины на показания геофизических методов не выходит за допустимые пределы и может быть легко учтено существующими палетками.

Сравнительный анализ УЭС разных типов буровых растворов, используемых при бурении скважин в каждой из пяти зон, выделенных на исследуемой территории, показывает, что буровые растворы, применяемые в зоне сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавпадины и в зоне сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины, характеризуются пониженными значениями УЭС (в среднем 0,27 и 0,40 Ом · м соответственно) по сравнению с Тепловско-Карамышской зоной (0,87 Ом · м), Степновской зоной (0,71 Ом · м) и Каменско-Сплавнухинской зоной (0,56 Ом · м). Это обусловлено тем, что в пределах бортовой зоны Прикаспийской мегавпадины и юго-западной части Бузулукской впадины широко распространены пермские соленосные отложения, отсутствующие на остальной рассматриваемой территории, что естественным образом отражается на минерализации (а следовательно, и сопротивлении) промывочной жидкости.

Диапазон изменения УЭС применяемых буровых растворов находится в пределах 0,05–1,4 Ом · м, однако преобладают относительно пресные буровые растворы с УЭС, превышающим 0,2 Ом · м при температуре пласта. Соответственно преимущественным типом проникновения

фильтрата бурового раствора оказывается повышающее, особенно в водонасыщенных пластах, что является практически необходимым (но недостаточным) признаком обводненности.

На основе анализа зависимостей температуры от глубины, установленных для скважин юго-востока Русской плиты, подтверждено последовательное и закономерное увеличение температуры с ростом глубины залегания отложений. В связи с этим, учитывая общее погружение отложений в направлении с северо-запада на юго-восток, можно сделать вывод о закономерном увеличении температуры в породах одного и того же возраста в данном направлении. При этом интенсивность увеличения температуры с ростом глубины подтверждена значительным колебанием. Однако сами значения температур в разных зонах на одинаковых глубинах изменяются в достаточно узких пределах, что дает основание принять для всех зон единую зависимость температуры от глубины.

Для пластовых давлений изучаемой территории также отмечается закономерное их увеличение с ростом глубины залегания отложений. Тем не менее, начиная с глубины 3500 м, отмечается нарушение тесной корреляционной связи, обусловленное развитием в бортовой зоне Прикаспийской мегавпадины зон с аномально-высокими пластовыми давлениями.

Диапазоны изменения пластовых температур и давлений, присущие разным зонам, приведены в таблице.

Воды средне-верхнедевонского НГК относятся к минерализованным рассолам. Наиболее высокоминерализованные воды встречены в районе зоны сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины. Так, на Рахмановской площади на глубине 2000 м в отложениях живетского яруса обнаружены воды с минерализацией около 280 г/л.

Для вод данного комплекса отмечается последовательное и закономерное увеличение общей минерализации с северо-запада на юго-восток в соответствии с общим увеличением глубин залегания водоносных горизонтов от 169 г/л (Ново-Захаркинская площадь) до 260 г/л (Рахмановская площадь) [6].

В то же время на больших глубинах в северо-западной зоне сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавпадины встречены значительно опресненные подземные воды различных генетических типов, характеризующиеся минерализацией до 65–110 г/л [7]. Как правило, относительно маломинерализованные воды приурочены к глубинам порядка 3500–4000 м. К ним относятся воды отдельных участков девонских, в основном терригенных отложений.

Воды верхнедевонско-нижнекаменноугольного комплекса высокоминерализованные, с суммой солей до 282 г/л. Как и для предыдущего комплекса, для вод «карбонатного» девона от-



Геологическое строение нефтегазоносных комплексов и геолого-технологические особенности применения ГИС

Элемент районирования	№ НГК	Название НГК	Характеристика разреза						Тип коллектора	Минерализация вод, г/л	Скважинные условия			Наличие осложнений
			Глубина залегания		Толщина ОЧ, м		Литологический состав	В % карбонатов			Давление МПа	Температура, °С	Диаметр скв., мм	
мин.		макс.		мин.		макс.			сред.	макс.				сред.
Тепловско-Карамышская зона	I	Средне-верхнедевонский (эйфельско-нижне-нефранский)	1200	2750	200	1100	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	170-180	40	27		
			2050		470									
	II	Верхнедевонско-нижне-каменноугольный	600	2000	600	1100	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	170-180	24	15		
			1150		780									
	III	Нижне-верхневизейский	500	1900	50	150	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	120-160	23	14		
			1100		100									
IV	Верхневизейско-нижне-башкирский	250	1500	170	480	100	Карбонатный	Межзерновой, смешанный	100-140	17	10	295	0,87	
		770		220										39
V	Верхнебашкирско-нижнемосковский	200	1100	170	440	35	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	60-100	13	7			
		520		280										31
VI	Среднекаменноугольно-нижнепермский	0	900	400	660	100	Карбонатный	Смешанный, межзерновой	100-180	11	5			
		400		560										32
Каменско-Сплавнухинская зона	I	Средне-верхнедевонский (эйфельско-нижнефранский)	2850	3950	570	750	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180-220	41	44		
			3350		650									56
	II	Верхнедевонско-нижне-каменноугольный	1800	2850	900	2100	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	200-280	29	30		
			2300		1150									59
	III	Нижне-верхневизейский	1660	2720	80	180	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160-200	26	27	295	
2100			150		36	40								
IV	Верхневизейско-нижне-башкирский	1370	2400	270			330	100	Карбонатный	Межзерновой, смешанный	180-220	23	23	
		1780		300		34	38							
V	Верхнебашкирско-нижнемосковский	940	2050	350	480			35	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160-200	18	18	
		1400		400		31	35							



Продолжение таблицы

Элемент районирования	№ ПК	Название ПК	Характеристика разреза						Скважинные условия				Наличие осложнений																																																		
			Глубина залегания		Толщина ОЧ, м		Литологический состав	Тип коллектора	Минерализация пластовых вод, г/л	Температура, °С	Давление МПа	Диаметр скв., мм		УЭС ПЖ, Ом·м																																																	
			мин.	макс.	мин.	макс.									сред.	макс.	сред.	макс.																																													
Каменско-Славяно-Нухинская зона	VI	Среднекаменноугольно-нижнепермский	3,2–4,5	750	100	Карбонатный	Смешанный, межзерновой	160–200	27	30	395 295 216	0,56																																																			
														Степновская зона	I	Средне-верхнедевонский (эйфельско-нижефранский)	3,0–4,5	1700	3200	0	600	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180–200	57	37																																				
																												II	Верхнедевонско-нижнекаменноугольный	1200	2600	250	780	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	180–200	47	23																								
																																								III	Нижне-верхневизейский	900	2200	100	300	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160–200	65	35												
																																																				IV	Верхневизейско-нижнебашкирский	700	2000	100	500	100	Карбонатный	Межзерновой, смешанный	140–180	35	17
VI	Среднекаменноугольно-нижнепермский	300	1100	100	700	100	Карбонатный	Смешанный, межзерновой	80–120	18	8																																																				
												Зона сочленения Рязано-Саратовского мегаплиты и Прикаспийской мегаплиты	I	Средне-верхнедевонский (эйфельско-нижефранский)	5,0–8,0	4000	5300	400	800	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180–200	96	79																																						
																										II	Верхнедевонско-нижнекаменноугольный	2900	5000	500	1000	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	180–200	122	106																										
																																						III	Нижне-верхневизейский	2700	4700	200	500	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160–200	83	68														
																																																				4050	350							106	91		
		4700	600							90	74																																																				
														4000	5300	400	800	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180–200	124	106																																								
																										2900	5000	500	1000	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	180–200	90	74																												
																																						4400	750							122	105																
																																																		2700	4700	200	500	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160–200	83	68				
																																																														4050	350
		4000	5300	400	800	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180–200	96	79																																																				
														2900	5000	500	1000	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	180–200	122	106																																								
																										4400	750							90	74																												
																																						2700	4700	200	500	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160–200	83	68																
																																																		4050	350							106	91				
																																																														4000	5300
		2900	5000	500	1000	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	180–200	122	106																																																				
														4400	750							90	74																																								
																										2700	4700	200	500	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160–200	83	68																												
																																						4050	350							106	91																
																																																		4000	5300	400	800	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180–200	96	79				
																																																														2900	5000
		4400	750							90	74																																																				
														2700	4700	200	500	20	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	160–200	83	68																																								
																										4050	350							106	91																												



Окончание таблицы

Элемент районирования	№ ПК	Название ПК	Характеристика разреза						Скважинные условия								
			Глубина залегания фундамента, км		ОЧ, м		Толщина ОЧ, м		Литогеологический состав	Тип коллектора	Минерализация вод, г/л	Температура, °С		Давление МПа	Диаметр скв., мм	УЭС ПЖ, Ом·м	Наличие осложнений
			мин.	макс.	мин.	макс.	Всего	В % карбонатов				сред.	макс.				
Зона сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавпадины	IV	Верхневизейско-нижнебашкирский	5,0-8,0	2600	4500	400	600	100	Карбонатный	Межзерновой, смешанный	140-180	74	61	216	0,27	АВПД	
				3600	500	104	90					190					
				2500	4300	100	1000						70				57
Зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины	V	Верхнебашкирско-нижнемосковский	5,0-8,0	3400	4000	400	900	40	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	100-140	108	93	395	0,4	АВПД	
				1500	4000	100	900					62	51				295
				3000	500	100	1000					100	86				
Зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины	I	Среднекаменноугольно-нижнепермский	2,0-5,0	3000	4500	140	640	50	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	180-200	78	45	295	0,4	АВПД	
				3450	340	115	69					190					
				2000	4000	400	900						64				36
Зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины	II	Верхнедевонско-нижнекаменноугольный	2,0-5,0	2800	4000	650	900	80	Терригенно-карбонатный	Межзерновой, смешанный	180-200	110	66	190	0,4	АВПД	
				1800	3900	50	140					62	35				390
				2700	90	91	55					295					
Зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины	III	Нижне-верхневизейский	2,0-5,0	1400	3500	370	530	100	Карбонатный	Межзерновой, смешанный	140-180		52	29	216	0,4	АВПД
				2250	460	91	55					190					
				1200	3200	140	370						46	26			
Зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины	IV	Верхнебашкирско-нижнемосковский	2,0-5,0	2000	2400	240	1000	40	Карбонатно-терригенный	Межзерновой, смешанный	100-140	81	49	190	0,4	АВПД	
				430	2300	730	1000					29	16				216
				1200	860	75	46					390					
Зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины	V	Среднекаменноугольно-нижнепермский	2,0-5,0	1200	2300	730	1000	100	Карбонатный	Смешанный, межзерновой	80-120		29	16	190	0,4	АВПД
				430	2300	730	1000					75	46	216			
				1200	860	75	46					390					



мечается закономерный характер увеличения общей минерализации вод с северо-запада на юго-восток. Кроме того, четко намечается увеличение минерализации и с севера на юг, примерно до Каменской площади, где сумма солей в водах достигает 282 г/л.

Так же как и для вод предыдущего комплекса, в северо-западном обрамлении Прикаспийской мегавпадины встречаются зоны опреснения подземных вод. Так, в радаевско-косьвинских отложениях скв. 6 Ждановской на глубине 4331 м отмечена минерализация пластовых вод 99,7 г/л, тогда как «нормальное» значение для данной территории составляет 200–220 г/л.

В соответствии с изменением глубины залегания водоносных горизонтов в различных частях региона минерализация пластовых вод третьего, нижне-верхневизейского терригенного комплекса колеблется в широких пределах 120–265 г/л. Так же как и в предыдущих двух, в этом комплексе наблюдается равномерное увеличение минерализации вод в направлении с северо-запада на юго-восток.

Минерализация пластовых вод верхневизейско-нижнебашкирского карбонатного комплекса в зависимости от глубины залегания колеблется в широких пределах от 100 до 224 г/л.

Наиболее высокоминерализованные воды вскрыты в Каменско-Сплавнухинской зоне на Каменской и Топовской площадях, а также в районе зоны сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины на Рахмановской площади. Изменение минерализации вод рассматриваемого комплекса в региональном плане носит тот же характер закономерного увеличения с севера на юг и на восток, что и у всех ранее рассмотренных комплексов.

Для пластовых вод верхнебашкирско-нижнемосковского терригенного комплекса характерна минерализация 52–196 г/л. Максимально минерализованные воды приурочены к Каменско-Сплавнухинской зоне. Все отмеченные для предыдущих комплексов принципиальные закономерности в распределении минерализации вод полностью сохраняются.

В среднекаменноугольно-нижнепермском карбонатном комплексе наиболее высокоминерализованные воды с суммой солей 168–195 г/л обнаружены на Каменской и Некрасовской площадях. Здесь происходит увеличение минерализации с севера на юг.

В двух последних комплексах в северо-западном обрамлении Прикаспийской мегавпадины встречаются зоны опреснения подземных вод.

Например, в подольско-каширских отложениях скв. 5 Карпенской на глубине 2900–2910 м сумма солей в пластовых водах равна 94 г/л, в то время как «нормальное» значение для данной глубины этой территории составляет 200 г/л.

Таким образом, для минерализации пластовых вод исследуемой территории существуют две закономерности:

1) в региональном плане происходит равномерное увеличение минерализации в направлении с северо-запада на юго-восток;

2) главным фактором, контролирующим минерализацию пластовых вод, является глубина залегания отложений. И хотя можно говорить о региональном распространении опресненных вод в глубоко залегающих горизонтах почти по всему периметру обрамления Прикаспийской мегавпадины, общая закономерность заключается в нарастании минерализации с глубиной независимо от того, в какой зоне это возрастание имеет место.

Изучив картографический материал (структурные карты по кровлям основных НГК, схему тектонического районирования территории, схему распространения соленосных отложений и зон развития АВПД и каротажный материал, а также проанализировав результаты скважинных замеров температур, давлений и минерализаций пластовых вод, мы сделали выводы, позволяющие осуществить промыслово-геофизическое районирование территории (см. таблицу)).

На основании перечисленных признаков правобережная часть Рязано-Саратовского мегапрогиба разделена на две зоны, включающие в себя элементы тектоники второго и третьего порядков. К первой зоне, условно названной «Тепловско-Карамышской», отнесены Саратовские дислокации, Татищевский вал, Елшано-Сергиевская дислокация и Карамышская депрессия. Вторая, «Каменско-Сплавнухинская зона», включает в себя Каменско-Золотовскую приподнятую зону и Уметовско-Линевскую депрессию. Выделение этой зоны обусловлено не только приведенными в таблице признаками, но и специфическими условиями осадконакопления, проявляющимися в присутствии здесь отложений волгоградского горизонта [8], дефиците фаунистического материала, контрастной латеральной литологической изменчивости разновозрастных отложений, монотонности литологического состава карбонатных толщ, нарушении стратиграфической приуроченности глинизации в разрезах, наличии глинистой толщи в отложениях «терригенного девона» и предельно затрудняющими корреляцию разрезов по материалам ГИС.

В левобережной части юго-востока Рязано-Саратовского мегапрогиба расположена третья зона районирования – «Степновская», в основном совпадающая с одноименным мегавалом.

Следующая зона, в которой отмечается повышенное скопление месторождений УВ, приурочена к Волго-Уральской антеклизе, к юго-западной части Бузулукской впадины и носит название «зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины».

Пятый элемент предлагаемого нами геолого-тектонического районирования в тектоническом плане соответствует зоне сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Волго-Уральской антек-



лизы с Прикаспийской мегавпадиной, приурочен к Прибортовой моноклинали и южным склонам Пугачевского свода и носит название «зона сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавпадины».

Шестая зона – собственно Прикаспийская мегавпадина – в системе нефтегазогеологического районирования относится к Прикаспийской нефтегазоносной провинции (ПНГП) и по своему геологическому строению существенно отличается от всех вышеописанных зон. Кроме того, даже в пределах самой мегавпадины выделяются участки с принципиально разным геологическим строением. В целом этому элементу районирования присущи значительно увеличенные глубины залегания фундамента и основных отражающих горизонтов, наличие в разрезе многокилометровых толщ соленосных отложений, развитие зон аномально высоких пластовых давлений, солянокупольная тектоника и пр. Из-за практического отсутствия данных и крайне низкой изученности, обусловленных в первую очередь исключительной сложностью строения, эта территория характеризуется минимальной достоверностью существующих структурных построений и наименьшей обоснованностью геологических моделей.

На основе выполненного районирования территории представилось возможным распределить месторождения углеводорода не только по содержанию их нефтегазоносным комплексам, но и по геолого-технологическим особенностям проведения ГИС, определив, таким образом, для более чем 100 продуктивных площадей принадлежность к определенной зоне. Большинство месторождений УВ приурочено к Степновской (35 %) и Теплово-Карамышской зонам (34 %). При этом на долю Теплово-Карамышской зоны приходится наибольшая база начальных суммарных ресурсов углеводородов исследуемой территории (29 %), второе место занимает зона сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины (27 %), третья принадлежит зоне сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и Прикаспийской мегавпадины – 20 %. Для Степновской зоны, как и для зоны сочленения Жигулевско-Пугачевского свода и Бузулукской впадины, основным нефтегазоносным комплексом, содержащим 48–50 % месторождений, является средне-верхнедевонский НГК, а для Теплово-Карамышской зоны и зоны сочленения Рязано-Саратовского мегапрогиба и

Прикаспийской мегавпадины такими комплексами служат ниже-, верхневизейский (42 %) и среднекаменноугольно-нижнепермский (46 %) соответственно.

Таким образом, выделенные зоны охарактеризованы по ряду параметров, таких как погруженность поверхности кристаллического фундамента, глубины залегания и толщины основных НГК, литологический состав НГК, преобладающий тип коллектора, минерализация пластовых вод, скважинные условия; установлены качественные и количественные пределы изменения указанных параметров в отмеченных зонах; выявлены различия в наборе параметров для каждой зоны, позволяющие говорить о необходимости районирования для корректного решения геофизических (выбор оптимальных конструкций скважин и методов исследований) и геологических (прогнозирование геологического разреза и закономерностей развития коллекторов и их характеристик) задач.

Библиографический список

1. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. М., 1982. 448 с.
2. Грекова Н.В. Геоструктурные особенности юго-восточной части Пачелмско-Саратовского авлакогена в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Саратов, 1974.
3. Грекова Н.В. Тектоническое районирование Пачелмско-Саратовского авлакогена // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов, 1975. Вып. 12. С. 59–67.
4. Козленко С.П., Кузнецова М.М., Кондратьева М.Г. и др. Оценка перспектив нефтегазоносности Рязано-Саратовского прогиба. Саратов, 1970. 167 с.
5. Бражников Г.А., Кныр Л.Г. и др. Структурный план, история его развития и тектоническое районирование Волгоградской области. Волгоград, 1965. 186 с.
6. Федорова Т.И., Щекочихина В.М. Новое в стратиграфии девона Саратовского Поволжья // Советская геология. 1985. № 11. С. 68–69.
7. Зингер А.С. Газоидрохимические критерии оценки нефтегазоносности локальных структур // Тр. НВНИИГГ. 1966. Вып. V. С. 143–154.
8. Зингер А.С., Долгова Г.С., Федоров Д.Л. Генезис опресненных глубинных вод и кислых компонентов газов юго-востока Русской платформы // Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа: Обзор ВИЭМС. М., 1980. С. 207–217.



УДК 622.245.723

ЛИТОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ГЛИНОКИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

В.Ф.Калинин

Саратовский государственный университет,
кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых
E-mail: decanat@geol.sgu.ru

Представлены результаты лабораторных и промысловых исследований по оптимизации проведения глинокислотных обработок в скважинах, вскрывших терригенные коллекторы на месторождениях ОАО «Саратовнефтегаз». Показано, что эффективность глинокислотных обработок скважин определяется степенью соответствия режима обработки пласта его геолого-физической характеристике. Полученные результаты представляют практический интерес в вопросах обеспечения высокой эффективности работ по интенсификации притоков нефти и газа при освоении скважин.

Lithological and Physical Yardsticks on Optimization Technology of Mud Acid Treatments Terrigenous Reservoirs

V.F. Kalinin

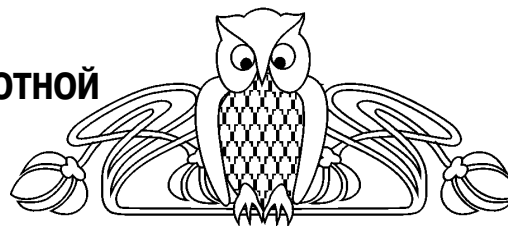
Results of laboratory and field researches on optimization of realization of mud acid treatments in the wells, opened terrigenous reservoirs at Saratovneftegaz OAO deposits, are submitted. It is shown, that efficiency of mud acid treatments of wells is determined by a degree of conformity of a mode of treatment of a layer with its geological-physical characteristic.

Реализация потенциальной продуктивности скважин при их заканчивании достигается либо путем сохранения естественной гидропроводности пласта при его вскрытии и освоении скважины, либо за счет восстановления и увеличения гидропроводности призабойной зоны пласта (ПЗП) с помощью методов интенсификации притоков нефти и газа на этапе освоения скважины.

При оптимальном выборе технологии заканчивания скважин, соответствующей геолого-физической характеристике пласта, возможно во многих случаях предотвратить или существенно ослабить развитие широкомасштабных негативных процессов, снижающих продуктивность скважины.

Однако в полной мере реализовать потенциальную продуктивность скважин при их заканчивании зачастую не представляется возможным, особенно при вскрытии продуктивных пластов с трудноизвлекаемыми запасами, характеризующихся высокой глинистостью, низкими фильтрационно-емкостными параметрами, порово-трещинным или трещинным типом коллектора.

При вскрытии продуктивных пластов со сложной геолого-физической характеристикой в



призабойной зоне пласта образуется труднопреодолимая блокада, обусловленная кольматацией породы-коллектора, набуханием его глинистой фазы и др., в совокупности приводящих к значительному снижению продуктивности скважины.

Передко масштабы отрицательного влияния указанных видов осложнений на снижение продуктивности скважины настолько велики, что могут привести к полному нарушению ее гидродинамической связи с пластом, особенно в скважинах с закрытым забоем.

В этих условиях для восстановления гидродинамической связи пласта со скважиной и повышения продуктивности пласта используется целый ряд методов интенсификации притоков нефти и газа (химические, физические, механические, тепловые или их комбинации), отличающихся по своей эффективности, механизму их физико-химического воздействия на призабойную зону пласта, технико-технологическим возможностям самих методов и геолого-физическими условиями их применения.

Выбор оптимального метода интенсификации притоков нефти и газа при освоении скважин, законченных бурением, многофакторный процесс и эффективность его применения определяются, прежде всего, геолого-физической характеристикой пласта (типом коллектора, его литологией, пористостью, проницаемостью, глинистостью, карбонатностью, трещиноватостью, термобарическими условиями, глубиной залегания продуктивного пласта, его толщиной, удельной поверхностью фильтрации породы, ее смачиваемостью, видами и масштабами осложнений, возникающих в призабойной зоне пласта при заканчивании скважин).

Характерной особенностью терригенных коллекторов месторождений Саратовского Поволжья (Разумовское, Тепловское, Придорожное, Синовское и др.), определяющей выбор метода интенсификации притоков нефти и газа, является поровый тип коллектора, низкие фильтрационно-емкостные параметры пласта, большая удельная поверхность фильтрации, довольно значительное содержание глинистого вещества в породе пласта, высокие пластовые давления и температуры ($P_{пл} \geq 25,0-40,0$ МПа и более, $t_{пл} = 70-100^\circ\text{C}$ и более), способность коллекторов блокироваться фильтратом глинистого раствора или других технологических жидкостей на водной основе с



резким снижением при этом их проницаемости вследствие гидрофилизации и гидратации коллектора.

Месторождения, приуроченные к терригенным коллекторам данного типа, относятся к категории месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, характеризующихся низкой продуктивностью при их освоении.

Глубина залегания терригенных продуктивных пластов данного типа на месторождениях ОАО «Саратовнефтегаз» достигает 3000–4000 м и более.

По результатам изучения керна, промыслово-геофизических и гидродинамических исследований скважин пористость данного типа терригенных коллекторов изменяется в основном в пределах $m = 7,0–14,0\%$, относительная глинистость породы составляет $\eta = 7,0 \div 15,0\%$, проницаемость коллекторов изменяется в пределах $k = 0,001–0,1$ мкм², и лишь по отдельным пропласткам с низкой глинистостью и повышенной пористостью проницаемость их достигает $k = 0,085 \div 0,365$ мкм².

Пустотное пространство терригенных коллекторов сформировано из поровых каналов весьма малых размеров и изменяется в основном в пределах 2,0–5,0 мкм, и лишь в пропластках с низкой глинистостью и повышенной проницаемостью размеры поровых каналов достигают 7,0–9,0 мкм и более.

Отличительной особенностью коллекторов данного типа, определяющей выбор метода интенсификации притоков нефти и газа при освоении скважин, является высокая удельная поверхность фильтрации породы, достигающая для низкопроницаемых пропластков порядка $S_{\phi} = 10000 \div 15000$ см²/см³.

Карбонатность терригенных коллекторов незначительна и составляет 0,42–0,68%.

По минералогическому составу глинистая фаза коллектора представлена набухающими глинистыми минералами типа смектита и деградированной слюды, которые в присутствии пресной воды или фильтрата бурового раствора на водной основе могут довольно интенсивно набухать, увеличиваясь при этом в объеме в 1,5–2,0 раза и более, и диспергировать на мелкие частицы, уменьшая таким образом проводимость поровых каналов, и в целом снижая проницаемость породы-коллектора.

Основными терригенными объектами освоения на месторождениях Саратовского Поволжья являются ардатовские, тиманско-пашийские и воробьевские отложения, которые на Разумовской, Тепловской, Придорожной и Осиновской площадях залегают на глубинах до 3000–4000 м и более.

Исходя из литолого-физической характеристики данного типа терригенных коллекторов и прогноза видов осложнений, развивающихся в ПЗП при вскрытии пласта и освоении скважин, можно сделать вывод, что основными наиболее

перспективными методами интенсификации притоков нефти и газа при освоении скважин на указанных площадях являются химические методы (глинокислотная обработка пласта).

Глинокислотная обработка (ГКО) терригенных коллекторов как один из методов интенсификации представляет по своим технологическим возможностям мощное средство повышения продуктивности добывающих скважин. Успешность операций определяется оптимальным выбором технологии ГКО, соответствующей литолого-физической характеристике пласта.

Важное значение при этом придается рецептуре глинокислотного раствора. Обычно применяемый глинокислотный раствор, представляющий собой смесь соляной и плавиковой кислот в различных пропорциях, должен в оптимальной мере соответствовать литолого-физической характеристике породы-коллектора (пористости, проницаемости, глинистости и др.), обеспечивая максимальное увеличение проницаемости коллектора.

Исследования показали (табл.1), что растворимость песка и глины в смеси соляной и плавиковой кислоты возрастает по мере увеличения содержания плавиковой кислоты.

Таблица 1

Растворимость песка и глины в глинокислотном растворе

Содержание кислоты в смеси, %		Растворимость, %	
Соляная	Плавиковая	Песок	Глина
15	–	18,28	11,2
14,7	0,8	21,83	22,83
13,2	4,8	23,56	52,07
11,25	10,0	26,26	70,10

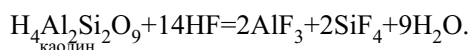
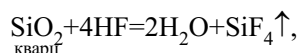
При выборе рецептуры глинокислотного раствора необходимо учитывать определенные особенности реагирования глинокислотных растворов с терригенными заглинизированными коллекторами, обеспечивающие эффективность работ по интенсификации притоков нефти и газа.

При этом влияние термобарических условий пласта проявляется следующим образом.

Скорость реакции плавиковой кислоты с двуокисью кремния возрастает по мере увеличения температуры приблизительно в 2 раза – от 25 до 50°С и соответственно в 2 раза при дальнейшем росте температуры от 50 до 80°С.

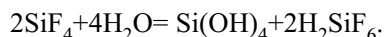
Пластовое давление также способствует росту скорости реакции плавиковой кислоты с двуокисью кремния приблизительно на 20% за счет сохранения в растворе газообразного четырехфтористого кремния.

Характер взаимодействия плавиковой кислоты с силикатными материалами (кварцем, глиной (каолином)) протекает следующим образом:



Первая реакция идет медленно. Вторая реакция с алюмосиликатами (каолином) протекает достаточно быстро, хотя и значительно медленнее, чем реакция HCl с карбонатами.

Образовавшийся в результате приведенных реакций SiF₄ (фтористый кремний) реагирует с водой раствора по схеме



По мере снижения кислотности раствора Si(OH)₄ может превратиться из золя в студнеобразный гель, прочно запечатывающий часть порового пространства пласта. Для предупреждения образования в поровом пространстве пласта геля кремневой кислоты, а также для обеспечения более полного завершения реакции разложения силикатов плавиковая кислота применяется только в смеси с соляной кислотой.

При обработке терригенных коллекторов с более или менее равномерно рассеченными частицами карбонатов головная часть солянокислотного раствора полностью их растворяет и, продвигаясь вглубь пласта, полностью нейтрализуется. Хвостовая же часть кислоты поступает уже в зону, полностью освобожденную от карбонатов головной частью кислоты.

Соляная кислота реагирует не только с карбонатами, но и в определенной степени с цементом и глинистой фазой коллектора, поэтому при длительном контакте соляной кислоты с породой пласта возможна ее полная нейтрализация.

В таком случае, как ранее упоминалось, возможно образование в пласте гидроокиси кремния, которая может привести к резкому снижению проницаемости. Именно поэтому ограничивается продолжительность реагирования глинокислотного раствора с породой пласта до 8–12 ч, после чего необходимо интенсивное удаление с забоя и призабойной зоны пласта продуктов реакции. Без своевременного удаления продуктов реакции из пласта данный способ может даже ухудшить проницаемость нефтяных и газовых пластов.

При воздействии соляной кислоты на глинистые компоненты скелета пласта помимо растворения окислов щелочных и щелочноземельных металлов происходит нежелательный процесс гелеобразования, который усиливается с ростом содержания HCl в рабочем растворе.

При выборе агента для восстановления или повышения фильтрационных свойств сильно заглинизированных коллекторов необходимо иметь ряд данных о состоянии глинистых пород, прежде всего об их влажности, минералогическом составе, составе ионно-обменного комплекса, соотношении объемов глин и других пород, пористости, проницаемости и т.д.

Если глинистые породы коллекторов находятся в обезвоженном состоянии, то, видимо, действие как соляной, так и плавиковой кислоты или глинокислоты наряду с растворением карбонатных и кремнеземистых включений вызывает в некоторой степени рост объема частиц глины за счет набухания.

Набухание глин различных типов в любых полярных средах возрастает в последовательности каолинит–гидрослюдистые–бентонит, а для каждого типа глин в зависимости от состава ионно-обменного комплекса набухание глин возрастает в последовательности Ca < Fe < Al < H < Na < Li; т.е. в наименьшей степени набухают глины, имеющие в своем составе ионно-обменный комплекс типа Ca и в наибольшей степени типа Na и Li.

Так как натриевые глины более гидрофильны, чем кальциевые, то при натриевых глинах снижение проницаемости призабойной зоны пласта будет больше, чем при кальциевых.

Чем сильнее набухает глина в воде, тем больше будет прирост ее объема в любой полярной жидкости (кислотах, основаниях, солях). Следовательно, кислотная обработка может быть наиболее эффективной при наличии в коллекторе небольших количеств обезвоженных глин, т.е. в таких условиях, когда степень набухания глины будет превышать степень растворения карбонатных и кремнеземистых соединений.

Допустимое количество глин – относительно большое для кальциевых каолинистых глин и наименьшее для натриевых бентонитовых глин. При наличии в коллекторе в больших количествах обезвоженных сильно набухающих глин действие полярных жидкостей (кислот) может оказаться даже отрицательным. Если глины, содержащиеся в коллекторах, находятся уже в набухом состоянии, то применение полярных жидкостей для улучшения проницаемости этих коллекторов будет безрезультатным.

При определении концентрации кислоты необходимо учитывать также и влияние ее на набухание глин.

5% HCl снижает набухание гидратированных глин до K₁=2,1, процесс идет 24 часа. В глинокислоте набухание глины значительно меньше, чем в HF различной концентрации, а процесс набухания заканчивается через 3–4 часа.

Соляная кислота растворяет продукты реакции между HF и глинами. В процессе реакции элементы кристаллической решетки минералов, составляющих глины, разрушаются и вместе с кремнекислотой переходят в раствор Al₂O₃, окислы железа с образованием комплексного иона (FeF₆).

С целью оптимизации технологии проведения глинокислотных обработок терригенных коллекторов на месторождениях Саратовского Поволжья нами были выполнены лабораторные исследования на керновом материале с помощью установки УИПК-1М по разработке наиболее эф-



фективных рецептов глинокислотных растворов, выбору удельных объемов кислотного раствора, закачиваемого в пласт, изучению кинетики растворения породы в кислотных растворах, степени увеличения ее проницаемости при воздействии кислотного раствора и определения оптимального времени реагирования кислоты с породой.

Исследование кинетики процесса растворения терригенной породы (песчаника) в гли-

нокислотных растворах показало, что процесс растворения терригенных пород коллекторов даже при высокой температуре до 100°C происходит значительно медленнее, чем карбонатных пород в солянокислотных растворах в тех же условиях. При этом наибольшая скорость растворения песчаника отмечается в глинокислотном растворе, включающем 4%HF+14%HCl+4%CH₃COOH+1% сульфанола (рис. 1).

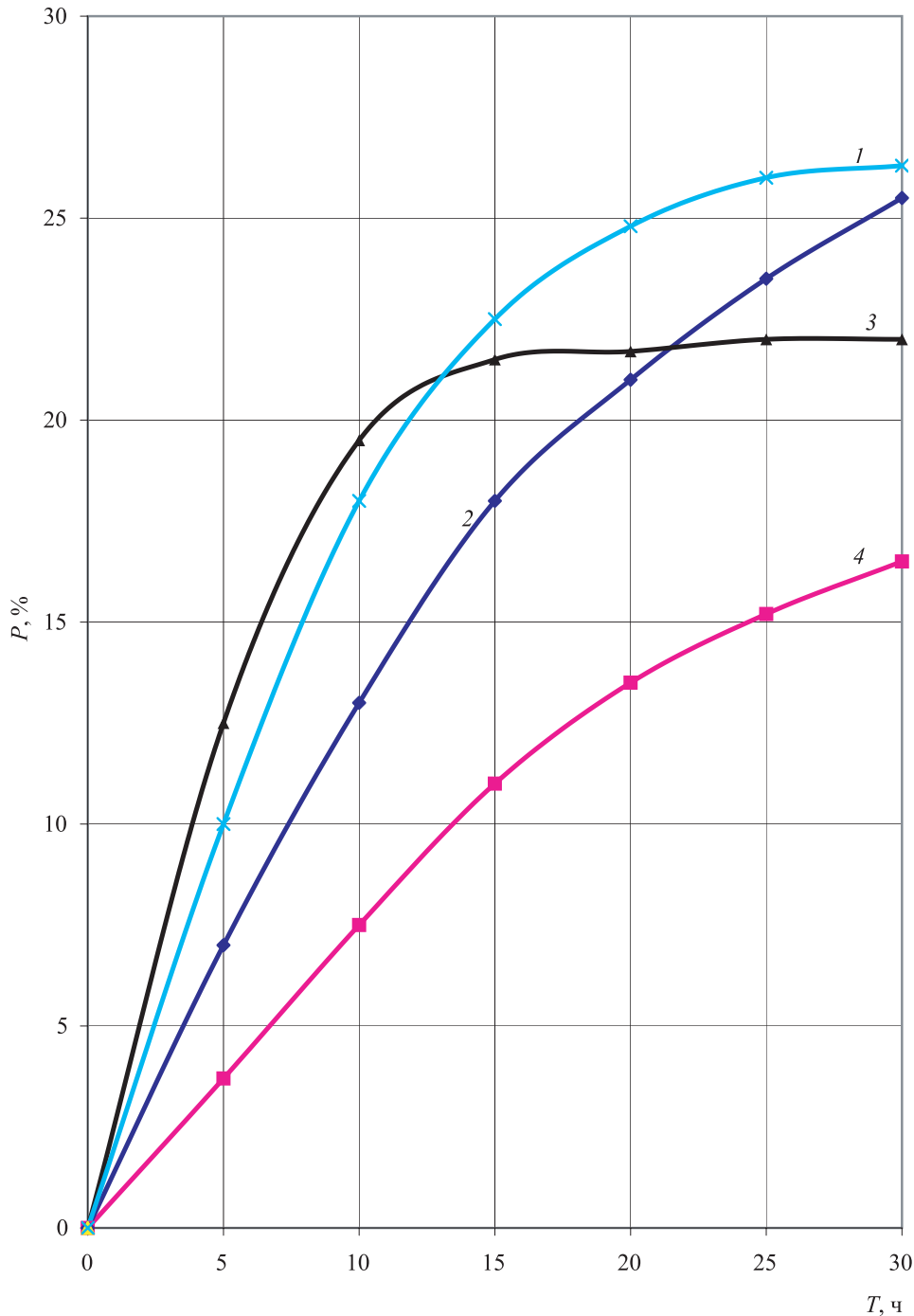


Рис.1. Зависимость растворимости песчаника от состава глинокислотного раствора и продолжительности его реагирования с породой: 1 – 4%HF+14%HCL+4%CH₃COOH+1% сульфанола; 2 – 4%HF+14%HCL+4%CH₃COOH; 3 – 4%HF+14%HCL+0,5%ОП-4; 4 – 4%HF+14%HCL+1% сульфанола



Уже через 12–14 ч реагирования указанного глинокислотного раствора с песчаником практически завершается процесс химического взаимодействия породы с глинокислотным раствором. К этому времени растворимость породы достигает 19%.

Растворимость песчаника в глинокислотном растворе, состоящем из 4%HF+14%НСl+4%СН₃СООН+1% сульфанола, протекает в 4 раза интенсивнее, чем в глинокислотном растворе типа 4%HF+14%НСl (см. рис.1).

Результаты выполненных нами лабораторных исследований на керновом материале с помощью установки УИПК-1М показали, что при закачке глинокислотного раствора в низкопроницаемые чистые незакольматированные буровым раствором образцы песчаника проницаемостью $k = (4,6 \div 8,59) \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ происходит закономерное увеличение проницаемости породы в 3–40 раз и более уже через 12–14 ч реагирования ее с кислотным раствором при температуре проведения опыта 90–100°С (рис. 2).

Дальнейшее увеличение продолжительности реагирования глинокислотного раствора с породой-коллектором до 22–25 ч лишь в отдельных

случаях приводит к значительному, почти в 5–6,0 раз, росту проницаемости породы (см. рис.2).

Исследование влияния объема закачиваемого кислотного раствора в модель пласта на изменение его проницаемости, выполненное нами в лабораторных условиях с помощью установки УИПК-1М, показало, что оптимальные количества кислотного раствора, закачиваемого в пласт, определяются глубиной ухудшенной призабойной зоны пласта и его естественной фильтрационно-емкостной и литолого-физической характеристикой (пористостью, проницаемостью, глинистостью, минералогическим составом глинистого цемента, гранулометрическим составом породы и др.).

При этом чем меньше проницаемость пласта и выше глинистость, тем опаснее закачивать в пласт большое количество глинокислотного раствора, так как на периферии обработанной зоны выпадают гелеобразные продукты реакции, которые закупоривают поровое пространство пласта и трудно удаляются из призабойной зоны при освоении скважин.

Данные явления обусловлены следующими обстоятельствами.

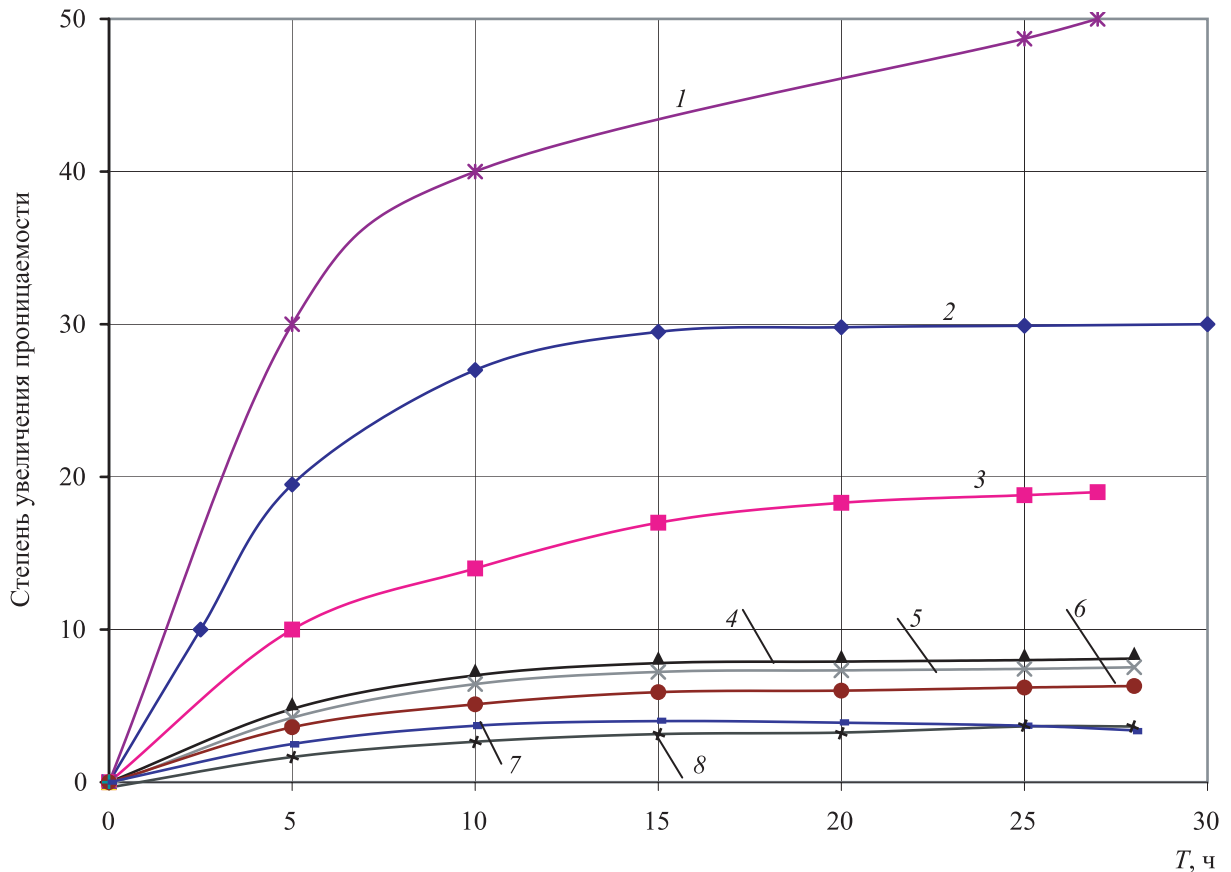


Рис. 2. Зависимость степени увеличения проницаемости песчаника от состава глинокислотного раствора и продолжительности его реагирования с породой: 1, 6 – раствор, содержащий 4%HF+4%СН₃СООН+14%НСl+1% сульфанола, взаимодействующий с породой проницаемостью k , равной соответственно $0,46 \cdot 10^{-3}$ и $3,46 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; 2, 3, 4, 5 – раствор, содержащий 4% HF+14%НСl, k составляет соответственно $4,5 \cdot 10^{-3}$; $4,15 \cdot 10^{-3}$; $9,78 \cdot 10^{-3}$ и $4,79 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; 7 – раствор, содержащий 4% HF+14%НСl+0,5% ОП-4, $k = 6,49 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$; 8 – раствор, содержащий 4% HF+4% СН₃СООН+14%НСl, $k = 8,59 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$



Скорость реагирования глиноукислоты со слоистыми (глинистыми) силикатами (каолинитом, хлоритом), и в особенности с гидрослюдами, выше, чем с каркасными силикатами, вследствие своих кристаллохимических особенностей.

Следовательно, при реагировании глиноукислоты с породой пласта степень разложения указанных минералов и количество образующихся продуктов реакции будут возрастать по мере увеличения глинистости коллектора свыше 6,0–10,0%, количества гидрослюдистых минералов в породе пласта соответственно свыше 5,0–8,0%, продолжительности реагирования кислоты с породой свыше 20 ч и увеличения соотношения объемов глиноукислоты, закачиваемой в пласт, к объему порового пространства породы.

Учитывая довольно медленное реагирование глиноукислотного раствора с терригенными породами, принимая во внимание нередко значительное снижение проницаемости коллекторов в ПЗП при их вскрытии в процессе бурения скважин и основываясь на результатах выполненных нами лабораторных исследований на керновом материале по оптимизации технологии глиноукислотной обработки призабойной зоны пласта при освоении скважин, можно сделать следующие выводы:

1) в качестве глиноукислотного раствора для восстановления фильтрационной характеристики призабойной зоны пласта при освоении скважин целесообразно применять кислотный раствор следующего состава: 4%HF+14%HC1+4%CH₃COOH+1% сульфанола, обеспечивающий:

- довольно высокую степень восстановления естественной проницаемости коллекторов;
- достаточно высокую скорость реагирования его с породой пласта;
- предотвращение выпадения нерастворимых соединений в ПЗП за счет наличия в составе кислотного раствора уксусной кислоты;
- снижение гидрофилизации и гидратации коллекторов и более легкое извлечение продуктов реакции из пласта за счет наличия ПАВ в кислотном растворе;

2) удельные объемы глиноукислотного раствора, закачиваемого в пласт при освоении скважин, изменяются в пределах $V_{уд} = 0,5–0,6$ м³/м для терригенных коллекторов с пониженной фильтрационно-емкостной характеристикой ($k = 0,01–0,05$ мкм² и $m = 9,0–13,0\%$) и увеличиваются до $V_{уд} = 0,715–0,75$ м³/м для терригенных коллекторов с улучшенной фильтрационно-емкостной характеристикой ($k = 0,05–0,1$ мкм² и более и $m > 13,0\%$);

3) продолжительность реагирования глиноукислотного раствора в пласте возрастает по мере снижения давления закачки глиноукислотного раствора в пласт и изменяется в пределах от 7,0–8,0 ч для низкопроницаемых коллекторов до 12–14 ч для более проницаемых малоглинистых коллекторов, обеспечивая таким образом оптимальную степень разложения глинистой фазы коллектора

и предотвращая вторичную кольматацию пласта продуктами реакции;

4) закачку глиноукислотного раствора в пласт необходимо осуществлять на медленных режимах при удельной объемной скорости закачки кислотного раствора в пласт в пределах $Q = 0,7–1,0$ л/с · м.

Промысловые работы по восстановлению фильтрационной характеристики призабойной зоны пласта с помощью глиноукислотной обработки в скважинах, законченных бурением, на Тепловском, Разумовском, Западно-Степном и Осиновском месторождениях подтвердили результаты лабораторных и экспериментальных исследований на модели пласта по выбору оптимальной технологии глиноукислотных обработок при освоении скважин (табл. 2).

Практически во всех скважинах после проведения ГКО наблюдалось либо значительное, в 1,25 раза, увеличение продуктивности скважин (скв. 1 Разумовская площадь), либо были получены притоки нефти и газа дебитом $Q_n = 3,5–72,0$ м³/сут в тех скважинах, в которых до проведения ГКО они отсутствовали или были крайне слабыми вследствие интенсивного развития кольматационных процессов при вскрытии пласта.

Так, в скв. 13 Тепловской площади при испытании пласта в процессе бурения с помощью испытателя пластов был получен интенсивный приток нефти со среднесуточным расчетным дебитом $Q_n = 70$ м³/сут. Однако после спуска эксплуатационной колонны, ее цементирования и перфорации пласта с помощью перфораторов ПКО-73 с плотностью перфорации $n = 20$ отв/м приток из пласта при освоении скважины не был получен. После проведения глиноукислотной обработки пласта с закачкой в пласт $V_k = 5,0$ м³ кислотного раствора состава 4%HF+14%HC1+4%CH₃COOH+1% сульфанола и выдерживания его на реагирование в пласте в течение 12–14 ч был получен фонтанный приток нефти дебитом $Q = 72$ м³/сут.

Судя по начальному устьевому давлению закачки глиноукислотного раствора в пласт, составлявшему $P_{у.н} = 22,0$ МПа, и конечному давлению закачки глиноукислотного раствора в пласт $P_{у.н} = 14,5$ МПа, в призабойной зоне пласта в процессе его вскрытия сформировалась довольно мощная зона кольматации, преодолеть которую не удалось при перфорации.

Последующие работы по освоению скважин с созданием достаточно высоких депрессий на пласт в пределах 15–16,0 МПа также оказались безуспешными.

Аналогичные явления наблюдались и при освоении скв. 7 и 9 Осиновской площади, где после перфорации ардатовских отложений с помощью сверлящих перфораторов типа ПС-112 с плотностью перфорации $n = 10$ отв/м приток из пласта также не был получен, несмотря на создание достаточно высоких депрессий на пласт в пределах $\Delta P_d = 15,0–16,0$ МПа.



Таблица 2

Результаты работ по глинокислотной обработке терригенных коллекторов в скважинах, законченных бурением на месторождениях ОАО «Саратовнефтегаз»

Скважина (площадь)	Продуктивный пласт	Литология	Интервал перфорации, м	Пластовое давление, МПа	Пластовая температура, °С	Рецептура кислотного раствора	Параметры процесса глинокислотной обработки					Произв. скважины, м³/сут	
							объем закачанного кислотного раствора в пласт, м³	удельные объемы закачиваемого кислотного раствора в пласт, м³/м	устьевые давления зачки $P_{\text{и}}/P_{\text{к}}$, МПа	объемная скорость зачки кислотного раствора в пласт, л/с	продолжительность реагирования, ч	до проведения ГКО	после проведения ГКО
№ 13 Тепловская	Ардатовский	Песчаник глинистый	3306–3308, 3311–3316	37	84	4%HF+14%HC1+ +4% CH ₃ COOH+ +1% сульфанола	5,0	0,715	22/14,5	3,5	12–14	0	72
№ 1 Разумовская	То же	Песчаник глинистый	4103–4105 4118–4120	33,6	91,4	4%HF+14%HC1+ +4% CH ₃ COOH+ +1% сульфанола	3,0	0,75	23/15,5	3,5	12–14	12	15
№ 21 Разумовская	»	Низкопористый низкопроницаемый	4203,6–4205,8 4215,8–4216,3 4217,6–4220,4	42	94	То же	3,0	0,55	32/21	3,5	12–14	0	10,7
№ 7 Осиновская	»	»	2229,6–2233	24,5	60	»	2,5	0,735	22/19	3,5	12–14	0	9,5
№ 58 Зап.-Стелная	Морсовский	»	3640,5–3643,0	40,0	90	»	1,5	0,6	27,5/16	3,5	12–14	0	5,0
№ 2 Тепловская	Ардатовский	Песчаник глинистый низкопористый низкопроницаемый	3339,6–3341,6	37,0	85	4%HF+14%HC1+ +4%CH ₃ COOH+ +1% сульфанола	1,0	0,5	30/23	3,5	12–14	0	3,5
№ 9 Осиновская	»	Трещиноватый глинистый алевролит, глинистый песчаник $m=13,215\%$, глинистость $10,317,7\%$, карбонатность $3,98\%$, $k=0,399$ мкм²	2243–2244,4, 2246,6–2247,8, 2249–2253	24,5	60	То же	2,5	0,38	18/14	3,8	10–12	0	40,5



После проведения глинокислотной обработки пласта с закачкой в пласт $V = 5,0 \text{ м}^3$, $V = 2,5 \text{ м}^3$ кислотного раствора соответственно в скв. 7 и 9 Осиновского месторождения была восстановлена гидродинамическая связь пласта со скважинами и получены притоки нефти соответственно $Q_{\text{н}} = 3,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ в скв. 7 Осиновского месторождения и $Q_{\text{н}} = 40,5 \text{ м}^3/\text{сут}$ в скв. 9 Осиновского месторождения (см. табл. 2).

Образование довольно мощной блокады в ПЗП при вскрытии пласта и разрушение ее с помощью глинокислотной обработки отмечались также при освоении скв. 21 Разумовского месторождения, скв. 58 Западно-Степного месторождения и скв. 2 Тепловского месторождения.

При этом наблюдались высокие устьевые давления начала закачки глинокислотного раствора в пласт, достигающие $P_{\text{у}} = 32,0 \text{ МПа}$ в скв. 21 Разумовского месторождения, $P_{\text{у}} = 30,0 \text{ МПа}$ в скв. 2 Тепловского месторождения и $P_{\text{у}} = 27,5 \text{ МПа}$ в скв. 58 Западно-Степного месторождения, что свидетельствует об интенсивном блокировании ПЗП буровым раствором в процессе бурения скважины.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высокой эффективности применения разработанной нами оптимальной технологии восстановления потенциальной продуктивности скважин, законченных бурением с помощью химических методов интенсификации притоков нефти и газа.

Выводы

1. Эффективность глинокислотной обработки терригенных коллекторов определяется геолого-технологическими факторами: литотипом коллектора, его фильтрационно-емкостными свойствами, глинистостью, минералогическим составом глинистой фазы коллектора, карбонатностью, термобарическими условиями и др., давлениями закачки глинокислотного раствора в пласт, рецептурой кислотного раствора, продолжительностью его реагирования в пласте, удельными объемами

кислотного раствора, закачиваемого в пласт, и объемной скоростью его закачки в пласт.

2. В качестве оптимальной рецептуры глинокислотного раствора для восстановления проницаемости призабойной зоны пласта при освоении скважин целесообразно применять кислотный раствор следующего состава: 4%HF+14%HCl+4%CH₃COOH+1% сульфанола, обеспечивающий наибольшую степень растворимости песчаников и увеличения их проницаемости.

3. Удельные объемы глинокислотного раствора, закачиваемого в пласт при освоении скважин, изменяются в пределах $V_{\text{уд}} = 0,5-0,6 \text{ м}^3/\text{м}$ для терригенных коллекторов с низкой фильтрационно-емкостной характеристикой $k = 0,01-0,05 \text{ мкм}^2$ и $m = 9,0-13,0\%$ и $V_{\text{уд}} = 0,71-0,75 \text{ м}^3/\text{м}$ для терригенных коллекторов с проницаемостью $k = 0,05-0,1 \text{ мкм}^2$ и $m > 13\%$.

4. Оптимальная продолжительность реагирования глинокислотного раствора в пласте возрастает по мере снижения давления закачки глинокислотного раствора в пласт и изменяется в пределах от 7,0—8,0 ч для низкопроницаемых коллекторов и до 12—14 ч для более проницаемых низкоглинистых коллекторов в соответствии с условием обеспечения оптимальной степени разложения глинистого вещества в породе и предотвращения при этом вторичной коагуляции пласта продуктами реакции.

5. Закачку глинокислотного раствора в пласт необходимо осуществлять на медленных режимах при удельной объемной скорости закачки кислотного раствора в пласт в пределах $Q = 0,7-1,0 \text{ л/с} \cdot \text{м}$.

6. Промысловые работы по применению оптимальной технологии глинокислотных обработок при освоении 7 скважин на месторождениях ОАО «Саратовнефтегаз» показали весьма высокую ее эффективность.

Практически во всех скважинах после проведения ГКО отмечено значительное увеличение продуктивности скважин, составившее по отдельным скважинам до $70 \text{ м}^3/\text{сут}$.

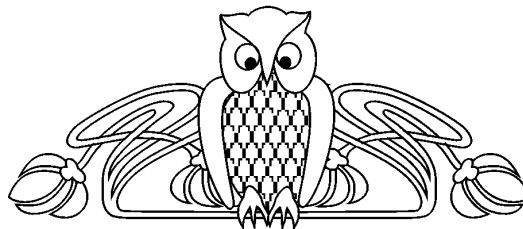
УДК 553.98.2.078

ПРОГНОЗ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НЕДР МЕТОДАМИ ГЛУБИННОЙ ГЕОХИМИИ

В.М. Мухин

Саратовский государственный университет,
кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых
E-mail: muchin@info.sgu.ru

В статье даётся краткий обзор существующих взглядов на возможность прогноза нефтегазоносности на основе изучения рассеянного органического вещества (РОВ) пород и его катагенетической изменённости. На примере южной части Бузулукской впадины прослежена связь катагенеза палеозойских пород с фазовым



составом залежей углеводородов. Составлена оригинальная схема катагенетической зональности недр для этой территории на основании использования метода расчётов суммарных импульсов тепла. Предложено использовать данные определений катагенеза на нескольких стратиграфических уровнях в группе скважин для выявления математической связи степени его развития с современной глубиной залегания пород.



Forecast Oil and Gas Content of Bowels using Methods of Deep Geochemistry

V.M. Mukhin

This article gives a brief overview on the possible forecast of oil and gas content on the basis of the studies of DOS (dispersed organic substance) rocks and its catagenetic alteration. On an example of southern part of Buzulukskaya hollow the connection of paleozoic rocks catagenetic with the phase content of hydrocarbons deposits is traced. The original scheme of catagenetic location of the bowels for this territory has been devised on the basis of the usage of the method of calculation of total impulses of heat. It is suggested to use the data of definitions of catagenesis on several stratigraphic levels in the group of chinks for the revealing of mathematic connection of the degree of its development with modern depth of the rocks deposition.

Прогнозирование нефтегазоносности на основе оценки нефтематеринского потенциала отложений, выявление основных очагов генерации углеводородов, дифференциация перспектив различных частей осадочно-породного бассейна основываются на изучении РОВ пород, его количества и качества. При этом не менее важным является определение такого важнейшего показателя, как катагенез органического вещества [1].

К современному моменту накопился огромный фактический материал и опубликованы многочисленные работы по изучению степени катагенеза РОВ разновозрастных отложений в связи с прогнозом нефтегазоносности; установлена причинно-следственная связь между процессами катагенеза и генерацией углеводородов в осадочных материнских породах. По Н.Б.Вассоевичу, нефть и газ представляют собой продукт энергичного термобарического воздействия на породы и РОВ в них в результате мощного осадконакопления. Поэтому геотектонический анализ развития осадочного бассейна также должен быть положен в основу прогнозирования нефтегазоносности. При этом в сходных геотектонических условиях глубинная зональность катагенеза примерно одинакова, так как в данном случае толщина осадочного чехла и глубина залегания фундамента, определяющие термобарические условия недр, приблизительно одинаковы.

Закономерная связь нефтегазоносности с определёнными стадиями метаморфизма углей и катагенезом РОВ пород в настоящее время является общепризнанным фактом.

По мере повышения степени катагенеза РОВ, кероген разных видов сближается по своему составу за счёт более быстрой потери водорода сапропелевым веществом при генерации им жидких углеводородов. На конечных стадиях катагенеза органическое вещество всех типов уже не различается по составу. Содержание водорода в нём падает до первых единиц процентов, и на стадии метагенеза оно превращается в графит, который уже на 100% состоит из углерода.

История ОВ непосредственно связана с историей литогенеза. Она начинается в седиментогенезе, когда образуется осадок, продолжается в диагенезе при превращении осадка в породу и затем при погружении осадочной породы до зоны метаморфизма.

Для изучения процессов нефтегазообразования наиболее важной является та часть истории органического вещества, которая начинается после диагенеза и предшествует метаморфизму. В такой период главными факторами его преобразования считаются температура, давление и геологическое время. Этот этап постдиагенетических изменений углей и РОВ пока обозначается неодинаково: для углей – углефикация и метаморфизм, для РОВ в основном используется термин катагенез.

В 1976 г. ряд авторов (Н.Б. Вассоевич, М.К. Калинин, А.А. Карцев, А.Э. Контарович, Н.В. Лопатин, С.Г. Неручев, В.И. Ручнов и др.) предложили шкалу катагенеза РОВ и сравнили её со шкалами, в основе которых лежат технологические марки углей Донбасса, ФРГ, США, Англии, со шкалой «ЛОМ» (уровень органического метаморфизма) А.Худа и другими шкалами. Данные авторы показали, что на различных этапах катагенеза характерными являются разные показатели (на ранних стадиях – влажность, затем отражательная способность витринита и спектры флюоресценции споринита, выход летучих веществ и содержание углерода, на последних информативным является рентгеноструктурный анализ).

Глубинная зональность катагенеза РОВ хорошо коррелируется с температурой земных недр и зависит от интенсивности теплового потока. Давление, геологическое время и теплопроводность пород имеют подчинённое значение, замедляя или ускоряя темпы преобразования ОВ. На большом фактическом материале доказана прямая связь глубинной зональности катагенеза и степени прогрева осадочного чехла, на которую оказывает влияние литологический состав пород, их толщина (глубина залегания), геологический возраст осадочных отложений, тектоническое строение и возраст складчатого основания.

Наиболее растянутая шкала глубинной зональности катагенеза характерна для синеклиз, краевых прогибов и авлакогенов платформ с мощным осадочным чехлом, особенно при проявлении соляной тектоники. Области интенсивного прогибания характеризуются относительно пониженными тепловыми потоками. При быстром осадконакоплении замедляется отток газообразных продуктов, генерируемых в породах в ходе литогенеза, возрастающее давление замедляет ход химических реакций и сдерживает темпы катагенеза РОВ.

В платформенных районах при толщине осадочного чехла примерно в 5 – 6 км отмечается



преимущественно сокращённая глубинная зональность катагенеза ОБ. Причём распределение температур в осадочном чехле контролируется гипсометрическим положением складчатого основания, над его выступами увеличена плотность теплового потока, геотермические градиенты возрастают, а во впадинах снижаются, как бы повторяя рельеф фундамента. Кроме того, на распределение температур в осадочном чехле оказывают влияние глубинные разломы и гидрогеологические условия.

Примерная глубинная зональность катагене-

тической изменённости рассеянного органического вещества в породах различного возраста в пределах платформ, их краевых систем и авлакогенов представлена в таблице. Изучение постдиагенетической истории развития отложений служило основой для прогнозирования процессов нефтегазообразования и нефтегазоносности бассейнов и их частей, размещения зон нефтегазоносности и отдельных залежей, а также для прогноза фазового состава углеводородов, так как существует прямая зависимость между нефтегазоносностью недр и степенью катагенетической изменённости РОВ.

Глубинная зональность катагенеза РОВ в платформенных областях по Г.М.Парпаровой и др.

Современное геотектоническое положение	Возраст осадков	Толщина осадочного чехла, км	Примерная глубинная зональность катагенеза РОВ, км	Районы распространения
Древние платформы	D – C – P	5 – 6	Б – 1,4 – 1,9 МК ₁ – 1,9 – 3,2 МК ₂ – 2,4 – 3,8 МК ₃ – 2,8 – 4,4	Русская платформа
Эпипалеозойские платформы	J – K		Б – до 1,5 – 2,0 МК ₁ – 2,5 – 3,0 МК ₂ – 3,0 – 3,6 МК ₃ – 3,8 – 4,5	Предкавказье, Западная Сибирь, Мангышлак и др.
Краевые системы платформ, авлакогены	PZ – N	6 – 17	Более растянутая МК ₁ – более 4,0 МК ₃ – около 7,0	Прикаспийская, Днепровско-Донецкая впадина, Галф - Кост

Анализу распределения разведанных запасов нефти и газа по глубинам и грациям катагенеза в разных геотектонических областях посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных авторов.

Статистика размещения по глубине месторождений нефти и газа свидетельствует о наличии оптимальной зоны в 1 – 3 км, на которую приходится до 90% всех их запасов. В большинстве случаев нефть и газ залегают на тех стратиграфических интервалах, на которых генерированы составляющие их углеводороды. Распределение ресурсов по разрезу и площади нефтегазоносных бассейнов связано с расположением очагов генерации и масштабами их продуктивности. По геохронологической шкале выделяется несколько максимумов распределения залежей углеводородов в фанерозое (рис. 1).

Главными из этих максимумов являются: девонский в палеозое, наиболее мощный юрско-меловой в мезозое и неогеновый в кайнозое. Небольшой пик нефтеносности наблюдается и в венде-кембрии.

Образование углеводородов газового и нефтяного ряда и формирование их залежей – зависящий от времени динамический процесс, связанный с эволюцией осадочно-породного бассейна. Для выявления в бассейне зон, наиболее благоприятных для накопления углеводородов, требуется большое количество скважин и геофи-

зических исследований. Необходимо выяснить взаимное распределение материнских пород, пород-коллекторов и флюидоупоров. Кроме того, необходимы сведения о мощности осадочного чехла и об основных структурно-тектонических элементах.

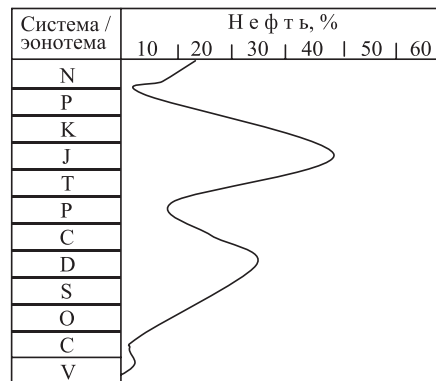


Рис.1. Распределение нефтеносности по стратиграфическому разрезу

Оценка перспектив методами глубинной геохимии может производиться на любой стадии геологоразведочных работ. При этом необходимо во всех случаях в первую очередь дать ответ на следующие вопросы: какие пласты обладают материнским потенциалом? каковы их региональное

распространение и связь с палеогеографией? в течение какого геологического времени, на какой глубине и в какой части бассейна вышеуказанные материнские породы генерировали нефть?

Для ответа на первый вопрос необходимо увязать тип и количество РОВ в потенциально нефтематеринских породах с палеогеографией и распределением фаций. Процессы генерации углеводородов связаны с определёнными типами осадочных горных пород, называемыми нефтегазоматеринскими свитами.

Нефтематеринскими большинство исследователей считают субаквальные терригенные отложения с содержанием $C_{орг}$ более 0,5% и карбонатные осадки с концентрацией $C_{орг}$ более 0,3% на начало катагенеза. Причём имеется в виду органическое вещество сапропелевого или существенно сапропелевого состава, биогенотически представленное планктонными водорослями с примесью бентосных, а также и зоосоставляющей. Этим критериям отвечают палеозойские морские отложения саратовской части Бузулукской впадины (рис. 2, 3), по которым нами были изучены закономерности эволюции глубин их погружения, температурный режим и рассчитано катагенетическое изменение РОВ.

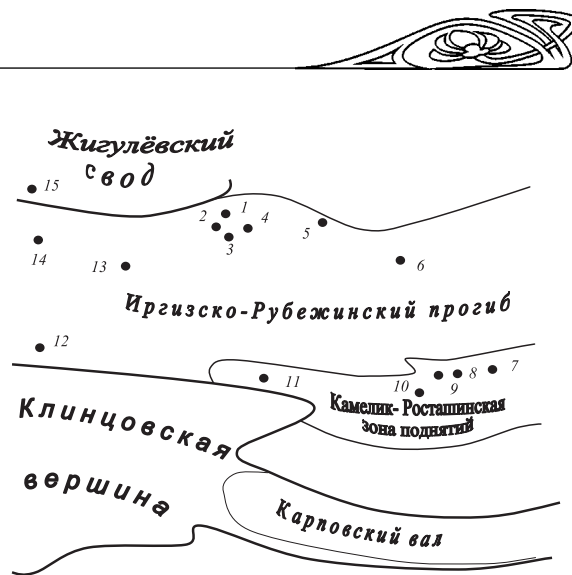


Рис. 2. Схема размещения структур саратовской части Бузулукской впадины, на которых по данным бурения изучалась эволюция глубин погружения и катагенез пород: 1 – Тёпловская; 2 – Ю.-Тёпловская; 3 – Придорожная; 4 – Даниловская; 5 – Кожевская; 6 – Смоленская; 7 – 3.-Вишневская; 8 – Разумовская; 9 – Перелюбская; 10 – Ю.-Перелюбская; 11 – 3.-Степновская; 12 – Рахмановская; 13 – Ю.-Первомайская; 14 – Чернавская; 15 – Богородская

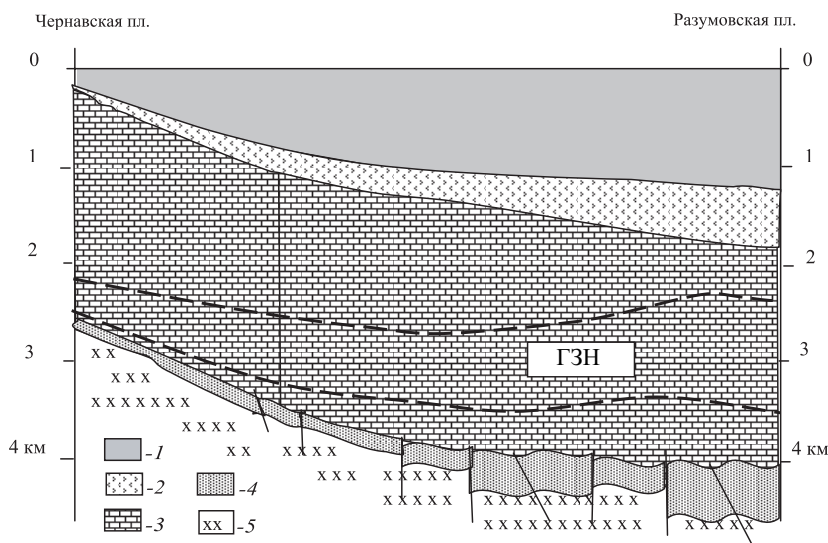


Рис. 3. Схематический геологический разрез саратовской части Бузулукской впадины по направлению Чернавская – Разумовская площадь: 1 – терригенный комплекс позднепермско-кайнозойского возраста; 2 – нижне-верхнепермская соленосная толща; 3 – преимущественно карбонатный комплекс верхнего девона – нижней перми; 4 – карбонатно-терригенный комплекс девона; 5 – породы кристаллического фундамента

Происхождение, а следовательно, и тип органического вещества можно определить по соотношению материала терригенного и морского генезиса. Эти данные должны рассматриваться с учётом удалённости от палеобереговой линии, глубины бассейна седиментации и палеоклиматических особенностей. Так, осадки ранне-среднедевонского возраста Бузулукской впадины, отложившиеся близко к береговой линии (см. рис. 3), по-видимому, содержат в основном терригенное органическое вещество третьего типа по Ван-Кревелену. Их нефтематеринский потенциал относительно низок.

С удалением от береговой линии в направлении Прикаспийской впадины в составе данных отложений появляется всё большее количество карбонатных прослоев, в рассеянном органическом веществе начинают преобладать морские планктонные организмы. Следовательно, в этой части толщи присутствует кероген второго типа, который обладает хорошим нефтематеринским потенциалом.

В карбонатных породах верхнего девона – нижнего карбона, накапливавшихся в нормальноморских условиях, по-видимому, преобладает органическое вещество смешанного



второго и первого типа по Ван-Кревелену, и их нефтематеринский потенциал ещё более значителен.

Границы главной зоны нефтеобразования на рис. 4 определены нами расчётным путём. При отсутствии данных об отражательной способности

витринита и других аналитических характеристик степени зрелости материнских пород можно, рассчитав эффективное геологическое время прогрева, определить соответствующий уровень отражательной способности витринита (зрелости), используя метод Н.В. Лопатина.

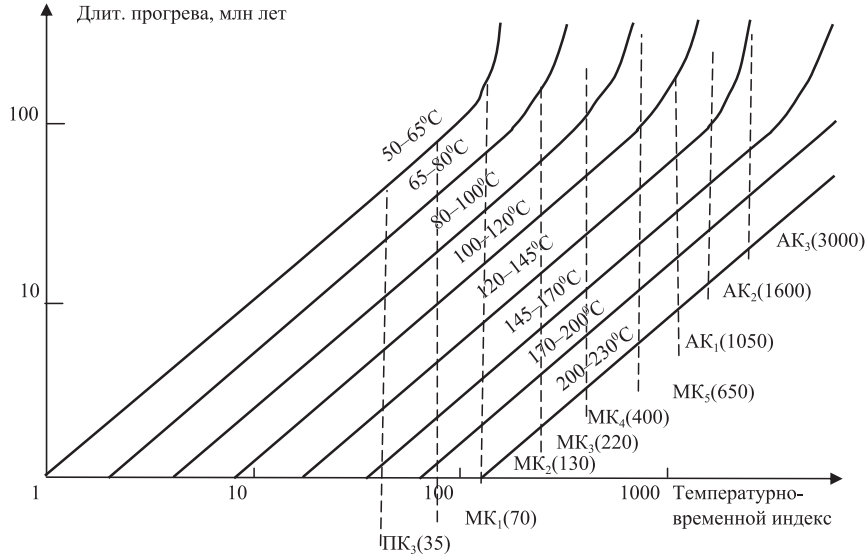


Рис. 4. Номограмма для расчёта элементарных импульсов тепла по Н.В. Лопатину (1983)

Метод Лопатина основан на том, что процесс углефикации описывается уравнением Аррениуса. Исходя из этого, можно рассчитать увеличение скорости реакций процесса углефикации при повышении температуры, если известны значения энергии активации процессов углефикации. Реальными считаются значения энергии активации в диапазоне 3,5 – 12,6 кДж/моль (8,4 – 30 ккал/моль), основной диапазон температур образования нефти и газа – 50–250°C.

Повышение температуры на 10°C в этом диапазоне увеличивает скорость образования углеводородов согласно расчётам Лопатина в 2 раза: например, для образования одного и того же количества нефти при 100°C требуется 100 млн лет, а при 110°C – только 50 млн лет. При определении степени катагенеза РОВ какого-либо пласта необходимо рассчитать суммарный импульс тепла, полученный им за его геотермическую историю. Вначале учитываются *элементарные импульсы тепла*. Элементарный импульс тепла – безразмерная величина, представляющая собой произведение температурного коэффициента скорости реакций углефикации в десятиградусной геотермической зоне на промежуток геологического времени, в течение которого пласт находился в данной зоне температур. Другими словами, элементарный импульс тепла представляет собой температурно-временной индекс. После расчётов по всем температурным зонам элементарные импульсы суммируются.

Показатель суммы элементарных импульсов тепла (СИТ) учитывает важнейшие факторы ката-

генеза – температуру и время, поэтому корреляция значений СИТ с показателями катагенеза углей, рассчитанная Лопатиным по скважине Мюнстерланд – 1 дала высокий коэффициент корреляционной связи – 0,99.

Для расчёта элементарных импульсов тепла удобно пользоваться соответствующей номограммой (см. рис. 4) [2].

На номограмме по оси абсцисс отложены в логарифмическом масштабе величины температурно-временных индексов, а по оси ординат – длительность прогрева пород в миллионах лет. Наклонные линии отвечают геотермическим зонам. Штриховыми вертикальными линиями показаны границы градаций катагенеза, а в скобках у их индексов приведены значения суммарных импульсов тепла, характерные для начала данной стадии.

При построении номограммы Лопатиным учитывалось, что время не может выступать как равноправный множитель при температуре. Даже сотни миллионов лет пребывания органического вещества в геотермической зоне 50–65°C не позволят ему достичь градации катагенеза МК₃, а в зоне 65–80°C – градации выше МК₄, в зоне 80–100°C – выше МК₅, в зоне 100–120°C – выше АК₁, в зоне 120–145°C – выше АК₂, в зоне 145–170°C – стадии метаантрацита.

Эволюция погружения пород исследуемой территории изучалась по данным бурения скважин на пятнадцати площадях (см. рис. 3).

Температуры в 50, 65, 80 и 100°C определены на основании результатов замеров пластовых тем-



ператур по Западно-Вишневскому, Разумовскому, Перелюбскому, Даниловскому и Богородскому месторождениям.

Глубина залегания фундамента и соответственно толщина осадочных пород увеличивается с северо-запада на юго-восток, в сторону Прикаспийской впадины в среднем от 2500 до 4500 м. На графике, представленном на рис. 5, показан общий характер динамики погружения пород в различные геотемпературные зоны в целом для изучаемой территории.

Подобные построения были выполнены по пятнадцати площадям (см. рис. 3). В результате были вычислены суммарные импульсы тепла, полученные девонско-каменноугольными породами за время их существования, и построены шкалы катагенетического изменения РОВ для каждой из площадей. При построении шкал катагенеза границы его градаций определялись по графикам зависимости значений суммарного импульса тепла (СИТ) от глубины, соответственно значениям СИТ для этих границ по Н.В.Лопатину. Пример такого графика, составленного по скважинам Разумовского месторождения, показан на рис. 6. Границы градаций катагенеза проведены на нём по глубинам положения следующих значений СИТ: начало МК₁ – 75 единиц; начало МК₂ – око-

ло 140; начало МК₃ – 235; МК₄ – 400; МК₅ – 650; АК₁ – около 1100, и начало градации АК₂ отмечено по значению суммарного импульса тепла, равному 1700 единицам.

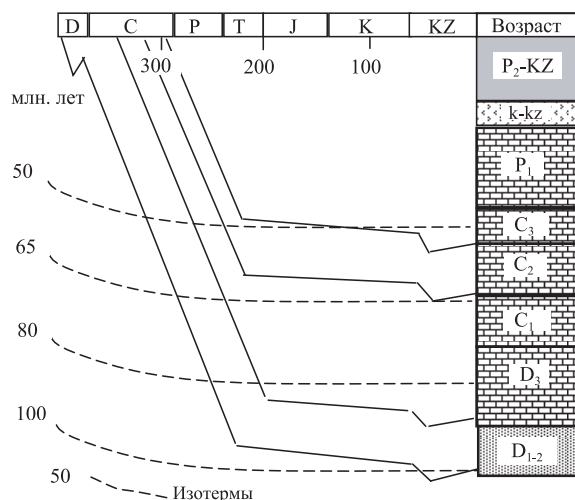


Рис. 5. Обобщённый график погружения пород саратовской части Бузулукской впадины (усл. обозн. см. на рис. 3)

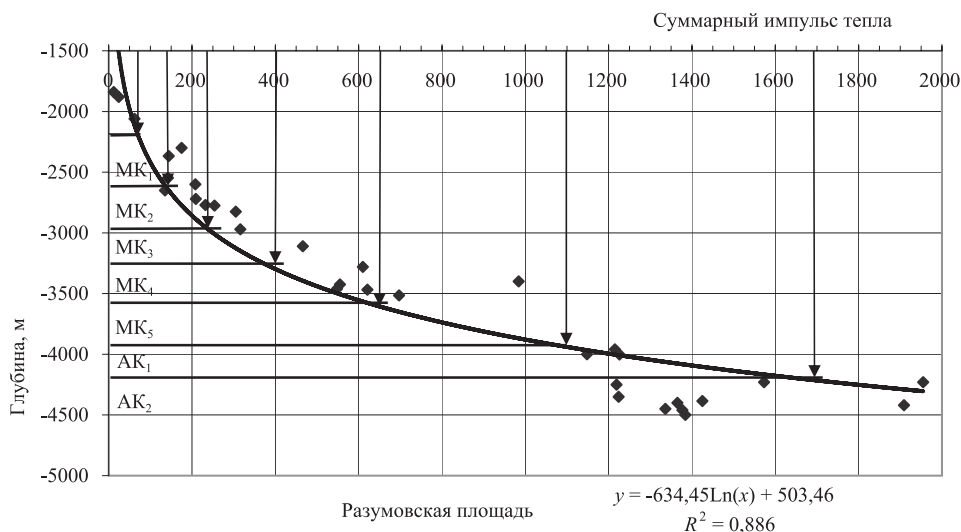


Рис. 6. График зависимости значений суммарного импульса тепла от глубины залегания пород по данным скважин Разумовского месторождения и градаций катагенеза (точками обозначены значения суммарного импульса тепла на данной современной глубине)

Подобным образом по всем изученным площадям построены шкалы катагенеза. Поскольку зависимость между СИТ и глубиной погружения (прогревом пород) носит логарифмический характер, нами были рассчитаны значения суммарного импульса тепла по каждой из скважин для нескольких стратиграфических уровней. Затем для отдельных групп скважин, расположенных в единой структурной зоне, составлялись соответствующие графики (см. рис. 6), на основании

которых и проведена реконструкция катагенетического изменения РОВ пород. Сопоставление шкал катагенеза отдельных площадей между собой показывает, что с погружением пород в направлении бортовой зоны Прикаспийской впадины увеличивается полнота катагенетического разреза за счёт добавления более зрелых градаций. Шкала становится более растянутой, что вполне согласуется с закономерностями, отмеченными ранее многими авторами.



В результате обобщения всех полученных данных нами построена схема вертикальной катагенетической зональности недр саратовской части Бузулукской впадины (рис. 7).

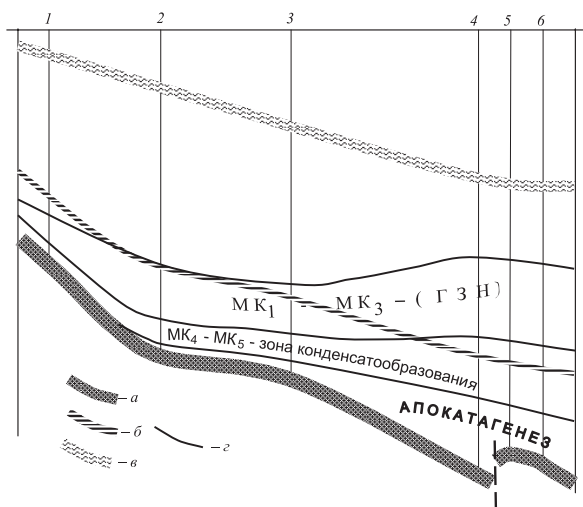


Рис. 7. Схема вертикальной катагенетической зональности недр саратовской части Бузулукской впадины: а – кристаллический фундамент; б – тульский глинистый региональный флюидоупор; в – подошва пермской эвапоритовой толщи; г – границы градаций катагенеза; месторождения: 1 – Чернавское, 2 – Тёпловское, 3 – Ю.-Первомайское, 4 – Перелюбское, 5 – Разумовское, 6 – 3.-Вишневское

Аналізу распределения разведанных запасов нефти и газа по глубинам и градациям катагенеза в разных геотектонических областях посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных авторов, которые использовали для своих обобщений материалы по многим районам мира.

При установлении закономерностей распределения нефти и газа по градациям катагенеза РОВ С.Г. Неручевым с коллективом соавторов использованы материалы по нефтегазоносным бассейнам Русской (северная и юго-восточная части Волго-Уральской провинции), Северо-Американской (Западный Внутренний, Мичиганский, Иллинойский, Уиллистонский бассейны), Сахарской и Австралийской (бассейн Дампьер) платформ. По С.Г. Неручеву и др., в целом на древних платформах максимальная доля запасов (нефти более 40%) характеризуются отложения на градациях МК₂; начальные градации катагенеза ПК – МК₁ отличаются примерно вдвое меньшим масштабом нефтеносности (на ПК – около 23, на МК₁ – около 18%), хотя в сумме на них приходится также более 40% от общего количества нефти. При увеличении степени катагенеза выше градации МК₂ запасы нефти резко снижаются и не превышают на градациях МК₃ 15%, а на более высоких полностью отсутствуют. Такой тип распределения нефти с максимумом на градациях МК₂ характерен для многих бассейнов древних платформ.

В северной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, по данным С.Г. Неручева и др., около 95% запасов нефти распределяются поровну в отложениях, достигших градаций МК₁ и МК₂, а в юго-восточной части этой провинции также основные запасы нефти (около 80%) сосредоточены на градациях МК₁ и МК₂ с максимумом на МК₁ – около 50%.

Для саратовской части Бузулукской впадины можно проследить подобную закономерность. Наиболее глубокопогруженные Перелюбское, Разумовское и Западно-Вишневское месторождения содержат в основном газоконденсатные залежи в девонских отложениях с низким содержанием конденсата, что характерно для первичных залежей данного фазового состава, формирующихся на градациях катагенеза МК₄–МК₅. По мере уменьшения глубины погружения фундамента в районе Южно-Первомайского и Тёпловского месторождений девонско-нижнекаменноугольные породы становятся менее катагенетически изменёнными. Частично они находятся в главной зоне нефтеобразования, частично – на градациях МК₄–МК₅ (см. рис. 3, 7). Залежи конденсата здесь имеют, по-видимому, вторичную природу, содержание конденсата в них более высокое и достигает 770 г/м³, что может свидетельствовать о частичном растворении углеводородов нефтяного ряда, генерированных в более погруженных частях разреза газами. Наконец, в ещё более приподнятой зоне на склоне Жигулёвского свода залежи приобретают чисто нефтяной состав (Богородское месторождение), продуктивные отложения находятся здесь в главной зоне нефтеобразования (ГЗН) на градациях МК₁–МК₅.

Выполненные исследования показали, что предлагаемый способ использования данных по определению катагенетической изменённости РОВ пород хорошо коррелируется с фактическими закономерностями распределения залежей различного фазового состава и подтверждает их принадлежность к соответствующим уровням катагенеза.

Расчёт значений СИТ, замер отражательной способности витринита или определение катагенеза другим способом необходимо проводить для нескольких стратиграфических уровней в каждой скважине или в их группе в пределах одной структурной зоны. Это позволяет установить математическую зависимость катагенетического изменения пород от их современной глубины залегания и на соответствующих графиках провести границы градаций катагенеза более обоснованно, чем при единичных определениях степени катагенеза.

Библиографический список

1. Катагенез и нефтегазоносность / Под ред. С.Г. Неручева. Л., 1981. 240 с.
2. Лопатин Н.В. Образование горючих ископаемых. М., 1983. 192 с.

PERSONALIA

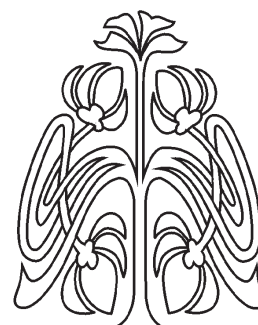
ЕЛИЗАВЕТА ВЛАДИМИРОВНА ИШЕРСКАЯ (К столетию со дня рождения)



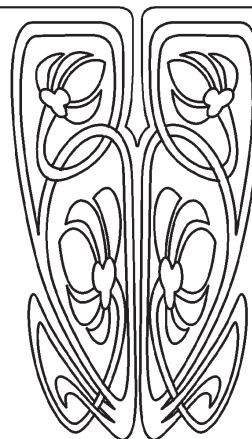
Елизавета Владимировна Ишерская родилась в августе 1906 г. в г. Омске в семье врачей. Окончив гимназию, она в сентябре 1923 г. поступает в Государственный Дальневосточный университет (г. Владивосток) на естественное отделение, которое заканчивает в 1930 г., получив специальность педагога по физической географии. С 1928 по 1936 г. она проходит путь от наблюдателя, старшего наблюдателя до заведующего отдела аэрологических исследований Дальневосточной геофизической обсерватории. Это был период интенсивного внедрения аэрологических методов наблюдений (самолетное зондирование, запуск аэростатов, шаров-зондов и др.) в

практику синоптического анализа, поэтому на период с 1930 по 1931 г. Елизавета Владимировна командирована для работы в Институт аэрологии Главной геофизической обсерватории в г. Слуцке (ныне Павловск). Здесь она встречается и работает с профессором, изобретателем первого в мире радиозонда, видным советским аэрологом Павлом Александровичем Молчановым. С 1932 г. начинается педагогическая деятельность Е.В.Ишерской в Дальневосточном гидрометеорологическом техникуме, а с апреля 1936 г. – саратовский период научной и педагогической деятельности. Ее зачисляют на должность заведующего сектором аэрологии Центрального научно-исследовательского института по изучению засухи и суховеев (ИЗАС). В 30-х гг. организовал и возглавил этот институт крупнейший ученый, академик ВАСХНИЛ Р.Э.Давид, который считается одним из основоположников сельскохозяйственной метеорологии. С 1937 по 1938 г. Елизавета Владимировна – заведующий аэроцентра и старший специалист по аэрологии Саратовского отделения Куйбышевского управления Гидрометслужбы. В 1938 г. она поступает в аспирантуру только что созданного географического факультета государственного университета, по окончании которой работает в должности старшего преподавателя кафедры физической географии. Великая Отечественная война вносит коррективы, и Елизавета Владимировна в период с 1942 по 1943 г. работает старшим специалистом 1-го разряда по аэрологии на саратовской метеостанции Гидрометслужбы Приволжского военного округа, в 1945 г. она награждена медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

В 1944 г. Е.В.Ишерская заканчивает работу по изучению засух и суховеев в Саратовской области, которую защищает в качестве кандидатской диссертации. В работе представлены результаты обработки наблюдений за ветром и температурой в свободной атмосфере над г. Ершовом Саратовской области во время засух 1936, 1938 и 1939 гг. Ею было установлено, что преобладающим процессом в атмосфере во время засух и суховеев является прогрев ее нижних слоев от земной поверхности за счет прихода энергии от Солнца. Лишь при более резких суховеях имеет место перенос воздушных масс с юга. Таким образом, Елизавета Владимировна одна из первых доказала, что происхождение засух и суховеев в Нижнем Поволжье связано не только и не столько



ПРИЛОЖЕНИЯ





с адвекцией воздушных масс, а в основном с их трансформацией в условиях антициклонических полей.

В 1946 г. после отъезда в Москву заведующего кафедрой физической географии В.Ф.Пиатровского Елизавета Владимировна исполняет обязанности заведующего этой кафедры, а в 1949 г. на географическом факультете создается кафедра климатологии, которую она и возглавила. Кафедра развернула обучение географов-климатологов и научно-исследовательскую работу. Тематика научных исследований по-прежнему посвящена проблеме засух и суховеев, но круг научных интересов Елизаветы Владимировны расширяется.

Начиная с 1948 г. Елизавету Владимировну увлекают вопросы особенностей метеорологического режима приземного слоя воздуха, поэтому все ее интересы сосредоточиваются в области климатологии, и в особенности микроклиматологии. Работая продолжительное время аэрологом и хорошо зная аэрологическую аппаратуру, Е.В.Ишерская проводит большую работу по методике применения самолетных самописцев (метеорографов) при исследовании метеорологического режима приземного слоя воздуха. Поражает скрупулезность оценки ошибок измерения температуры и влажности воздуха новым методом. Была полностью доказана возможность применения самописца при наземных измерениях. Эта значимая работа Е.В.Ишерской методического характера получила признание в научных кругах страны и упоминается в ряде работ метеорологического направления. Применение метеорографа позволяло оперативно производить измерения на значительных площадях за короткий промежуток времени, долгое время эта методика использовалась в научной работе кафедры при изучении микроклимата.

В 1955 г. кафедра климатологии была реорганизована и ее сотрудники (в том числе и Елизавета Владимировна) вошли в состав кафедры физической географии, возглавляемой с 1949 г. П.С.Кузнецовым.

В 1957 г. по заданию Министерства высшего и среднего специального образования СССР коллектив кафедры физической географии включается в разработку темы «Физико-географическое районирование Нижнего Поволжья для целей сельского хозяйства». По результатам исследований в 1961 г. издана монография «Физико-географические районы Нижнего Поволжья», одним из соавторов которой является Е.В.Ишерская.

В 1959 г. на факультете начинается подготовка инженеров-метеорологов. Елизавета Владимировна исполняет обязанности заведующего вновь открытой кафедрой метеорологии и климатологии вплоть до избрания на эту должность доктора географических наук В.Л.Архангельского и официального открытия кафедры как выпускающей. С 1962 г. до ухода на заслуженный отдых в 1980 г.

Е.В.Ишерская работала доцентом кафедры метеорологии и климатологии Саратовского государственного университета.

В течение всех этих лет Елизавета Владимировна возглавляла одно из научных направлений кафедры – «Исследование микроклимата Нижнего Поволжья». По сути она явилась основателем школы микроклиматологов на географическом факультете Саратовского государственного университета. В этом направлении работали и работают ученики Елизаветы Владимировны – Э.Ф. Скоробогатова, С.А. Волков, Г.П. Бобров, Л.М. Фетисова, а также привлекались к научной работе новые поколения студентов.

В результате полевых работ климатологами кафедры собран и обработан обширный материал, позволивший осветить многие черты климата приземного слоя воздуха в Саратовской области. Особенно тщательно изучались такие элементы климата, как скорость и направление ветра, температура воздуха, атмосферные осадки. Материалы многолетних микроклиматических экспедиций получили отражение в дипломных работах, статьях, диссертациях учеников Елизаветы Владимировны и коллективной монографии «Микроклимат севера степной полосы Нижнего Поволжья» (1974).

В 1966 г. кафедрами факультета начато комплексное изучение геоморфологических, гидрологических, климатических условий Волгоградского водохранилища для выяснения путей наиболее эффективного использования данного водоема в народном хозяйстве. Первоначально руководили этими работами профессор В.Г.Лебедев и доцент Е.В.Ишерская. Материалы исследований нашли отражение в серии сборников «Труды комплексной экспедиции Саратовского университета по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ», которые регулярно выпускались с 1970 по 1980 год.

Нельзя не отметить разносторонность интересов Е.В. Ишерской. За какую бы проблему она ни бралась, все выполнялось очень детально, тщательно, с оценкой ошибок измерений и обработки. Энциклопедичность знаний Елизаветы Владимировны поражает. Ей принадлежала идея исследования бризов Волги, а затем и Волгоградского водохранилища – тема, которая занимала достойное место в работе кафедры. Под ее руководством в 60-х гг. начинается изучение микроклимата городов Саратова и Энгельса. Эта работа продолжается до настоящего времени ее учениками и последователями.

Большое место в исследованиях Е.В.Ишерской занимают статистические методы и возможность их применения при микроклиматических наблюдениях. Много внимания она уделяла исследованиям режима испарения, потерям влаги при выпадении осадков, связи сумм осадков с рельефом местности, изучению спектра капель выпадавших дождей и т.д.



Елизавета Владимировна щедро делилась своими идеями с многочисленными учениками, начинающими учеными, которыми постоянно была окружена. Не сосчитать того числа людей, которые благодарны ей за помощь, идеи, советы, чтение и редактирование рукописей, которыми она постоянно была занята. Практически все работы климатологического характера, в области прикладной метеорологии, которые выполнялись на кафедре в то время, первоначально «рождались» в квартире Елизаветы Владимировны. Она была открыта для всех, кто в ней нуждался. Большинство ее работ написаны в соавторстве с учениками.

Вспоминают ученики Елизаветы Владимировны

Н.К.Алексеевская – выпускница 1946 года, первая аспирантка Елизаветы Владимировны. Студенткой я слушала лекции Елизаветы Владимировны по метеорологии, климатологии, гидрологии суши и моря. Она была талантливым педагогом и вместе с тем очень внимательным, отзывчивым человеком. Во время войны университет не отапливался, в аудиториях стояли печурки (дежурные приносили дрова), и все студенты усаживались вокруг таких печурок. Лекции Елизаветы Владимировны чаще всего проходили в здании ректората в одной из комнат бухгалтерии. Оно было деревянное, маленькое и там было теплее. Иногда сотрудники бухгалтерии просили не закрывать к ним дверь и тоже слушали Елизавету Владимировну. После окончания университета я была оставлена в аспирантуре у профессора В.Ф.Пиатровского. В 1946 г. он возвратился в Москву и руководителем моим стала Е.В.Ишерская. Пришлось сменить тему диссертации. Она предложила мне чисто метеорологическую – «Метели Нижнего Поволжья», которую я успешно защитила в 1956 году.

Работая с Елизаветой Владимировной, мне пришлось освоить и микроклиматические наблюдения, последнее мне очень пригодилось в работе уже на кафедре физической географии при организации полустационарных наблюдений во время экспедиционных работ. Мне всегда хотелось хоть чуточку быть похожей на Елизавету Владимировну как педагога.

Н.С. Могучева – выпускница 1951 года. Маленькая аудитория во 2-м корпусе Саратовского государственного университета. Мы на 2-м курсе географического факультета. Предстояло выбрать кафедру, по которой и должны были специализироваться.

Высокая худощавая женщина, глядя поверх наших голов, вдохновенно и увлекательно говорит о метеорологии. С первых же ее слов сразу чувствуешь, что она всей душой предана этой науке – «представьте себе: раннее утро, когда еще все в мире спит, вы запускаете шар-зонд, и вот этот серебряный шар уносится в голубое небо. Шар

уменьшается и, наконец, теряется в бездонных просторах Вселенной, продолжая посылать сигналы о состоянии атмосферы». Ночью мне снился серебряный шар, уносящийся в высь, и... выбор был сделан.

Незабвенная Елизавета Владимировна. Она все делала вдохновенно. Сколько энергии вложила она в организацию кафедры, в ее сохранение и расширение. Она любила нас – студентов, и мы любили ее. Удивительно, – она всегда читала лекции, устремив взгляд в какие-то неведомые дали, и, тем не менее, она знала о нас все, приходила на помощь.

С чувством глубокого уважения и благодарности мы всегда помним нашего дорогого преподавателя, первого заведующего кафедрой и очень интересного, талантливого человека.

В.Н. Барахтин – выпускник 1955 года. Впервые об Е.В. Ишерской я узнал от своего отца. Отец по профессии агроном-растениевод, получил второе высшее образование, окончив в 1940 г. географический факультет. Он слушал лекции Елизаветы Владимировны. Помню, с каким чувством восторга он рассказывал, что Елизавета Владимировна даже летала аэрологом на самолете, изучая атмосферу. Я стал специализироваться по кафедре климатологии при переходе на 2-й курс. Сразу и навсегда был увлечен и прямо-таки загипнотизирован лекциями Елизаветы Владимировны, она читала нам шесть основных курсов. Но какие это были лекции! Она буквально зажигала и завораживала нас. Как сейчас помню эту высокую стройную женщину в строгом темно-синем костюме. Она смотрела всегда куда-то вдаль, поверх наших голов. Своим хорошо поставленным громким голосом она в течение лекции как бы наращивала напряжение и полностью захватывала внимание аудитории. Она была выдающимся педагогом. Помню, Елизавета Владимировна предложила тему курсовой работы «Радиационный баланс в саду с различной густотой травостоя». Мною была проделана серия наблюдений с помощью балансомера, созданного на физическом факультете Саратовского государственного университета. Курсовая работа была высоко оценена. Я и теперь храню грамоту от ректора Саратовского государственного университета и Саратовского обкома ВЛКСМ. Я очень благодарен Елизавете Владимировне. Ее требования к себе и работе я пронес через всю свою 50-летнюю деятельность в гидрометеорологической науке.

Л.М. Фетисова – выпускница 1966 года. Вспоминается отношение Елизаветы Владимировны к своим курсовикам и дипломникам. Мы были для нее почти родными детьми. С дипломниками она часто работала дома и никогда не отпускала от себя без чаепития. После того как обсудили вопросы дипломной работы, начинались разговоры о жизни, истории. Елизавета Владимировна рассказывала много о своей семье, затрагивая события прежних лет. Все беседы были



очень интересными и поучительными, 5–6 часов пролетали как один миг.

Для дипломной работы я проводила измерения температуры воздуха в городе зимой в ночное время при объездах на такси. Беспокоясь за мою безопасность, Елизавета Владимировна заказывала такси на свой адрес, ночью ехала за мной и затем уже с лаборантом кафедры мы ездили до окончания наблюдений. И так было почти каждый раз. После окончания университета я, благодаря Елизавете Владимировне, поступила в заочную аспирантуру к Д.Л. Лайхтману в Ленинградский гидрометеорологический институт. Для диссертации был необходим материал. Елизавета Владимировна помогла мне в организации анализа проб воздуха на содержание в них примесей через городскую санэпидстанцию. Елизавета Владимировна фактически была руководителем моей диссертационной работы.

Елизавета Владимировна была настоящим интеллигентом, ее отличала абсолютная скромность, огромная самоотдача и работоспособность. Ее мало интересовало собственное благополучие: на личные деньги покупала книги, приборы и оборудование, чтобы иметь возможность проводить исследования. Она прекрасно владела несколькими европейскими языками, свободно читала на немецком и английском.

Умерла Елизавета Владимировна Ишерская на 77-м году жизни в 1982 г., прожив яркую, насыщенную жизнь метеоролога, до конца оставаясь бескорыстно преданной этой науке.

Основные публикации

Елизаветы Владимировны Ишерской

1. Беликова М.Г., Гусакова Г.Д., Ишерская Е.В., Лепехина Т.А., Мандельштам Н.Л. О распределении по рельефу летних осадков и их структуре в Саратовской области // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Саратов, 1969. Вып. 5. С. 39–45.

2. Бобров Г.П., Волков С.А., Жутеев И.И., Ишерская Е.В., Скоробогатова Э.Ф., Фетисова Л.М. О применении статистических методов в микроклиматических исследованиях // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Саратов, 1973. Вып. 1(8). С. 29–50.

3. Галанин Б.И., Ишерская Е.В., Фетисова Л.М. Температура воздуха в городе Саратове // Географические исследования в Саратовском университете. Саратов, 1968. С. 249–257.

4. Ишерская Е.В. К вопросу о происхождении засух и суховеев в Поволжье. Науч. конф. 1946 г. Секция географических наук. Саратов, 1947.

5. Ишерская Е.В. Использование метеорографа при микроклиматических съемках // Учен. зап. Сарат. ун-та. 1952. Т. 72.

6. Ишерская Е.В. О методике микроклиматических исследований в условиях Нижнего Поволжья // Микроклимат приземного слоя воздуха и защита растений от заморозков: Тез. докл. межвуз. науч. конф. Одесса, 1964. С. 3–4.

7. Ишерская Е.В., Мысенко О.В., Философов В.П. Связь атмосферных осадков с рельефом в пределах Саратовского Заволжья // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Саратов, 1965. Вып. 1. С. 56–60.

8. Ишерская Е.В., Лапина С.Н. Климатические границы Нижнего Поволжья // Там же. 1966. Вып. 2. С. 3–17.

9. Ишерская Е.В., Бобров Г.П., Казакова А.Ф., Мандельштам Н.Л., Таранторова В.В. Аэрологические исследования бризов Волги // Тр. комплексной экспедиции Саратовского и Саратовского водохранилищ // Под ред. А.С. Константинова. Саратов, 1970. Вып. 1. С. 29–37.

10. Ишерская Е.В., Фетисова Л.М. Особенности температурного режима городов в различных ландшафтно-климатических зонах // Климат и город: Материалы конф. М., 1974. С. 41–43.

11. Ишерская Е.В., Скоробогатова Э.Ф. Сравнение микроклиматов природно-территориальных комплексов степной полосы Нижнего Поволжья, представленных вероятностными характеристиками // Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. Саратов, 1977. Вып. 6 (13). С. 56–68.

12. Микроклимат севера степной полосы Нижнего Поволжья / Бобров Г.П., Волков С.А., Жутеев И.И., Ишерская Е.В., Скоробогатова Э.Ф., Фетисова Л.М. / Под ред. Е.В. Ишерской, Э.Ф. Скоробогатовой. Саратов, 1974. С. 85.

Ю. А. Скларов, С.Н. Лапина



ПАМЯТИ ГАЛИНЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ ПУЖЛЯКОВОЙ

Второго апреля 2006 г. безвременно, после тяжелой продолжительной болезни ушла из жизни доцент кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Саратовского государственного университета, кандидат географических наук Галина Александровна Пужлякова.

Г.А. Пужлякова родилась 14 марта 1947 года. В 1970 г. она с отличием окончила географический факультет по специальности «Метеорология».

По распределению была оставлена на кафедре метеорологии и климатологии, где работала до своей кончины сначала в должности старшего лаборанта (с сентября 1970 по 1979 г.), затем в октябре 1979 г. она была избрана на должность ассистента этой же кафедры, с января 1988 г. работала в должности старшего преподавателя, в июне 1990 г. была избрана на должность доцента.

За время работы в университете Г.А. Пужлякова проявила себя высококвалифицированным преподавателем высшей школы. Ею разработаны и читались лекции по курсам «Синоптическая метеорология», «Климатология», «Статистические методы краткосрочного прогноза погоды». По этим же курсам она вела практические занятия. Она читала также лекции по курсам «Теория общей циркуляции атмосферы и климата», «Вопросы изменения климата», руководила учебной практикой по метеорологии, а также курсовыми и дипломными работами, являлась членом ГАК. Выполнявшаяся ею педагогическая работа велась на современном научном и методическом уровне. Галина Александровна быстро выдвинулась в число ведущих доцентов кафедры. Научные интересы Г.А. Пужляковой были связаны с региональной синоптикой и экологией современного города. В марте 1989 г. на заседании специализированного Совета в Ленинградском гидрометеорологическом институте она защитила кандидатскую диссертацию «Исследование синоптических процессов Южного Предуралья применительно к задачам метеорологических прогнозов». Ею написаны 5 разделов в монографиях «Климат Саратова», «Метеорологические аспекты загрязнения воздуха в Саратове», а также «Руководстве по краткосрочным прогнозам погоды» (ч. II, вып. 1). Всего ею было опубликовано более 50 научных работ, в том числе 3 учебно-методических пособия. Она принимала участие в 14 научных конференциях международного, всероссийского и регионального масштабов. Принимала активное участие в госбюджетных хоздоговорных НИР, а также являлась исполнителем НИР по двум грантам программы «Университеты России» (1998–2001 гг., и 2002–2003 гг.) и в рамках НИР по единому заказу-наряду Минобразования России «Крупные города как природно-техногенные системы» (2001–2005 гг.).

Г.А. Пужлякова относилась с большой ответственностью к повышению своей профессиональной квалификации: в 1986 г. закончила без отрыва от производства курсы по вычислительной технике и программированию, в 1988 г. прошла обучение на факультете повышения квалификации при Ленинградском гидрометинституте. В 1994 г. Пужляковой присвоено ученое звание доцента по кафедре метеорологии и климатологии.

Г.А. Пужлякова всегда была активным общественником. Многие годы она являлась профоргом кафедры, за что награждена знаком «За активную работу в профгруппе» (1980 г.), в течение ряда лет была председателем учебно-производственной комиссии при профбюро географического факультета, референтом Зональной научной библиотеки Саратовского государственного университета им. В.А. Артышевича по метеорологии, представителем профбюро в ученом совете факультета, куратором студенческой группы. В 1992 г. она участвовала в проведении научно-общественной экспертизы четвертого энергоблока Балаковской АЭС.

Г.А. Пужлякова всегда отличалась дисциплинированностью, большой требовательностью к себе, серьезным отношением к выполняемым обязанностям, корректностью в отношениях со студентами и сотрудниками. Она многократно отмечалась благодарностями, почетными грамотами университета, была награждена почетной грамотой Минобразования России, имела звание «Ветеран труда».

В последние годы Галина Александровна была заместителем председателя Государственной аттестационной и экзаменационной комиссии, организовывала и проводила госэкзамены по специальности. Г.А. Пужлякова – бесценный участник празднований Всемирного дня метеоролога, организатор и член жюри олимпиад.

Г.А. Пужлякова оставила яркий след в истории кафедры метеорологии и климатологии и географического факультета. Светлая память об этом скромном, обаятельном человеке, настоящем товарище и друге, бескорыстном труженике высшей школы останется в сердцах всех, кто с ней работал и общался.

Ю.А. Скляров, Е.А. Полянская, С.Н. Лапина, Л.И. Фетисова

