

НЕОТЕКТОНИКА И ЕЕ РОЛЬ В ГЕОЛОГИИ

© 2016 г. Ю. В. Ваньшин
Саратовский госуниверситет

Ученые СГУ имени Н. Г. Чернышевского и их вклад в развитие неотектоники

Кафедра динамической геологии, сегодня это общая геология, основана в 1938 году в составе геолого-почвенного факультета Саратовского государственного университета. Ее развитие во многом отражает успехи в подготовке геологов-специалистов в области поисков и разведки полезных ископаемых, геологического картирования, геоморфологии и неотектоники. Основателем неотектоники в СГУ был Георгий Васильевич Вахрушев, заведовал кафедрой с 1938 по 1955 год, а также целая плеяда выдающихся ученых (см. фото), которых надо знать и помнить.



Вахрушев
Георгий Васильевич
(1894–1966)



Хоментовский
Александр Степанович
(1908–1985)



Философов
Виктор Павлович
(1908–1984)



Худяков
Глеб Иванович
(1928–2011)



Наумов
Анатолий Дмитриевич
(1923–2004)



Востряков
Александр Васильевич
(1920–1994)



**Зайонц Владимир Наумович
(1935–2011)**

Ученики, коллеги – продолжатели их идей и работ в СГУ – Воробьев Виктор Яковлевич, Горошков Юрий Васильевич, Тищенко Виталий Андреевич, Токарский Олег Георгиевич, Гужиков Андрей Юрьевич и другие, к сожалению, немногочисленные последователи.

Геоморфологические, неотектонические и гидрогеологические исследования

По инициативе профессора Г.В. Вахрушева в 1945 году осуществлены геоморфологические исследования с целью выяснения роли новейших движений земной коры в формировании рельефа в бассейнах рек Курдюм и Чардым, северной части Доно-Медведицких дислокаций и других районов. В результате была доказана тесная связь рельефа с тектоническим строением и новейшими движениями (В.В. Буцура, А.П. Рождественский). Выявленная возможность обнаружения локальных структур была учтена при проведении нефтегазопоисковых работ и аэрогеологических съемок в Поволжье, на Дону, в Прикаспии и в Сибири.

В 50-х годах проводились специальные геоморфологические исследования Среднего Поволжья, бассейна среднего течения реки Дон (В.П. Философов), Саратовского Заволжья (А.А. Романов), Западного Казахстана (В.А. Морозов, Г.И. Худяков), Юж-

ного Урала (А.Д. Наумов). Эти исследования послужили основой для формирования саратовской геоморфологической школы, разрабатывающей историко-генетические принципы анализа рельефа. Методические разработки данной школы прочно вошли в практику работы подразделений Мингео РСФСР. Их применение позволило научно-обоснованно вести поиски полезных ископаемых, решать проблемы мелиорации и инженерной геологии.

Генератором идей саратовской геоморфологической школы явился морфометрический метод поисков тектонических структур по анализу рельефа (В.П. Философов) [21]. Он нашел широкое применение в геологической практике. Его высокая эффективность способствовала созданию во многих геологических организациях страны морфометрических групп. Морфометрический метод, первоначально разработанный применительно к поискам геологических структур, перспективных на нефть и газ, широко использовался и для поисков месторождений каменного и бурого угля, подземных вод, россыпных месторождений, формирование которых приурочено к локальным тектоническим структурам в новейший этап движения земной коры.

Плодотворность историко-генетического метода анализа рельефа доказана при проведении крупных площадных картографических геоморфологических исследований на Южном Урале (А.Д. Наумов) и в Поволжье (А.Д. Наумов, А.А. Романов).

Крупным шагом в развитии саратовской геоморфологической школы явилась разработка методики геоморфологического картирования равнин (А.В. Востряков, В.Н. Зайонц, А.Д. Наумов, А.А. Романов), составление и издание на ее основе серии специальных карт (геоморфологической, тектонической и четвертичных отложений) в масштабе 1 : 500 000 на территорию Нижнего и части Среднего Поволжья (А.В. Во-

стряков, В. Я. Воробьев, Ю. В. Горошков, Г. П. Гудошникова, С. А. Макаров, А. Д. Наумов, А. А. Романов, В. М. Седайкин, С. В. Трояновский, Н. В. Чувелева и др.). Карты получили одобрение Мингео РСФСР, неоднократно демонстрировались на Всесоюзных и Республиканских совещаниях (рис. 1) [16, 23].



Рис. 1. Карта неотектоники, изданная в 1981 году – один из основных результатов их работы

В 2007 году на Международной конференции «Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов», проходившей в Казани (Материалы Международной конференции. – Т. 2 – Казань, 13–16 ноября 2007 г.), в презентации одного из докладов появляется вот такой «шедевр» (фото 1), который свидетельствует о некорректном отношении многих коллег к школе Саратовских ученых, их работах, об отсутствии на них ссылок.

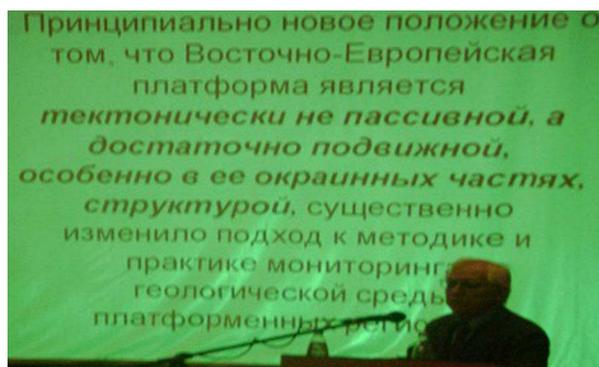


Фото 1

Поэтому возникла необходимость на одном из научных семинаров обсудить такое положение и на нижеприведенных примерах показать роль неотектоники в геологии:

1. Ученые СГУ имени Н. Г. Чернышевского и их вклад в развитие неотектоники.
2. Жирновский полигон – прекрасный пример для обучения студентов геологического факультета.
3. «Бокситоносность» и роль неотектоники в перспективной оценке территорий.

ГЕОЛОГИЯ

4. Ртуть и роль неотектоники в ее формировании.
5. Неотектоника и ее влияние на решение проблем захоронения токсичных отходов.
6. Нефтегазоносность и ее связь с неотектоникой.

В предлагаемой статье мы рассмотрим первые три вопроса.

Жирновский полигон учебной практики студентов-геологов СГУ расположен в долине реки Медведицы Волгоградской области (фото 2).



Фото 2. Территория полигона учебной практики студентов СГУ



Рис. 2. Схема изменения рельефа территории Жирновского учебного полигона с мезозоя до настоящего времени

На представленной схеме показано, как изменялся рельеф территории в пределах учебного полигона. Начиная с позднего триаса–ранней юры известняки каменноугольного возраста выходили на поверхность, образовывался карст. Со средней юры, включая палеоцен, территория была перекрыта морскими отложениями, а позже начинает испытывать

подъем. Сформировалась Жирновско-Бахметьевская брахиантиклиналь, карстовые процессы вновь активизировались (рис. 3 Б, фото 6).

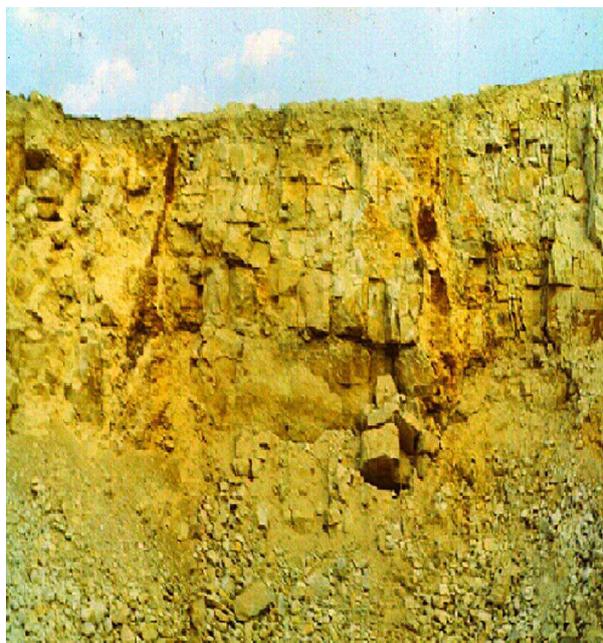


Фото 3. Восточная стенка карьера в Мельничном овраге с тектоническими трещинами



Фото 6. Просадочная форма (воронка), заполненная четвертичными отложениями, расположена в верховье Мельничного оврага. Гипсометрически ниже в карьере породы юрского возраста обрушились в карст и залегают вертикально (рис. 3 Б)

Тектонические трещины в известняках Мельничного оврага – результат интенсивных (до +960 м) неотектонических движений (фото 3). Они заполнены суглинками среднеплейстоценового возраста (красное) и высокоглиноземными образованиями (светлое) на контактах известняка с суглинками.

На рисунке 4 обращает внимание характер изменения русла реки Медведицы: оно петляет и меняет направление движения в зависимости от ориентировки тектонических нарушений. В верхнем левом углу карты русло прямолинейно с востока на юго-запад и резко поворачивает на юг. В средней части оно образует две петли, похожие на меандры. Первая ориентирована на север и снова поворачивает к югу и т. д.

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Студенты на практике могут изучить классическое проявление неотектоники в пределах Жирновского учебного полигона, отразившееся в структурной перестройке региона. Именно такая перестройка проявилась в интенсивном (до + 960 м) поднятии отдельных участков и формировании многих, как локальных, так и крупных, структур, к числу которых относится и Жирновско-Бахметьевская брахиантиклиналь (рис. 1), и многочисленные трещины (рис. 4, фото 3).

2. В результате неотектонических процессов произошло формирование нефтегазоносных структур (Жирновское и Бахметьевское месторождения углеводородов). Если это действительно так, то время образования самих горизонтов с углеводородами (этаж нефтегазоносности составляет свыше 1300 м) следует считать кайнозойским, а не палеозойским. Особенно это важно для студентов-нефтяников. Так как известно, что помимо присутствия коллекторов одним из главных условий формирования месторождений углеводородов являются структуры с покрышками, а значит и их возраст.

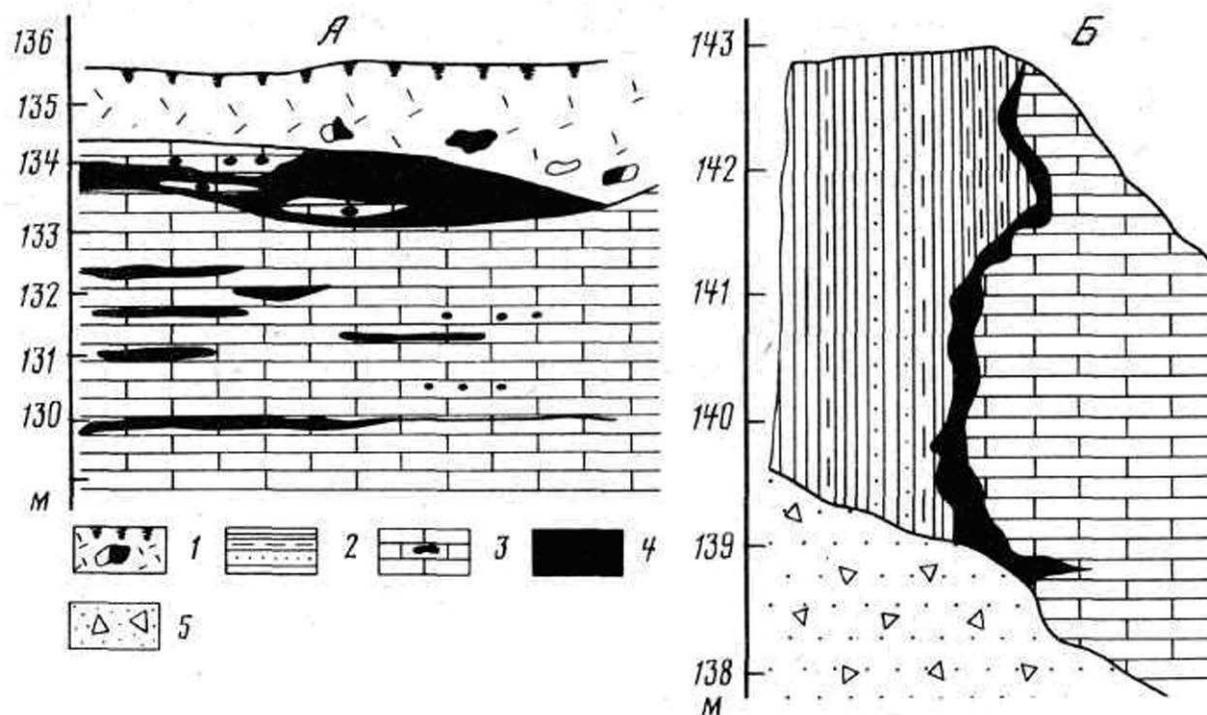


Рис. 3. Схематический разрез

А – гипсисодержащих известняков $C_{2,3}$ возраста, перекрытых суглинками четвертичного возраста, с обломками карбонатных пород, частично или полностью замещенных аллофан-гипсиситовыми образованиями; Б – раннемезозойской карстовой полости в известняках, заполненной вертикально залегающими (обрушенными) в кайнозойское время глинисто-алевритовыми породами байосса. 1 – суглинки четвертичного возраста с обломками карбонатных пород, частично или полностью замещенных аллофан-гипсиситовыми образованиями; 2 – глинисто-алевритовые породы байосса; 3 – известняки слоистые $C_{2,3}$, участками окремненные; 4 – прожилки и линзы аллофан-гипсиситового состава; 5 – осыпь

3. Показательными на учебном полигоне являются карстовые процессы и их возраст.

4. Жирновский учебный полигон – природный музей, которому требуется государственная охрана. Это уникальный объект для обучения студентов-геологов. И мы – работавшие и в настоящее время работающие в НВНИИГГ, на геологическом факультете и в других геологических организациях города Саратова и страны – прошли учебную практику в Жирновске.

«Бокситоносность» и роль неотектоники в перспективной оценке территорий на алюминиевые руды

Доказанная связь неотектоники и процессов минералообразования позволила с новых позиций оценить и прогнозы Поволжья на высокоглиноземные руды. Представление об их раннемезозойском возрасте давало основание оценивать перспективы региона весьма оптимистично [2, 3], что и отражено на соответствующей карте (рис. 4). При кайнозойском (среднеплейстоценовом) возрасте масштабы скоплений этих минералов определяются только лишь интенсивностью сернокислотного выветривания, определяемого границами выходов каменноугольных карбонатных пород в сводовых частях неотектонических структур и соприкасающихся с ними пиритонесных глин J_2 возраста.

Очевидное залегание высокоглиноземных образований под юрскими отложениями заставляло предполагать их раннемезозойский возраст. Таким образом и была составлена карта перспектив бокситоносности (рис. 5).

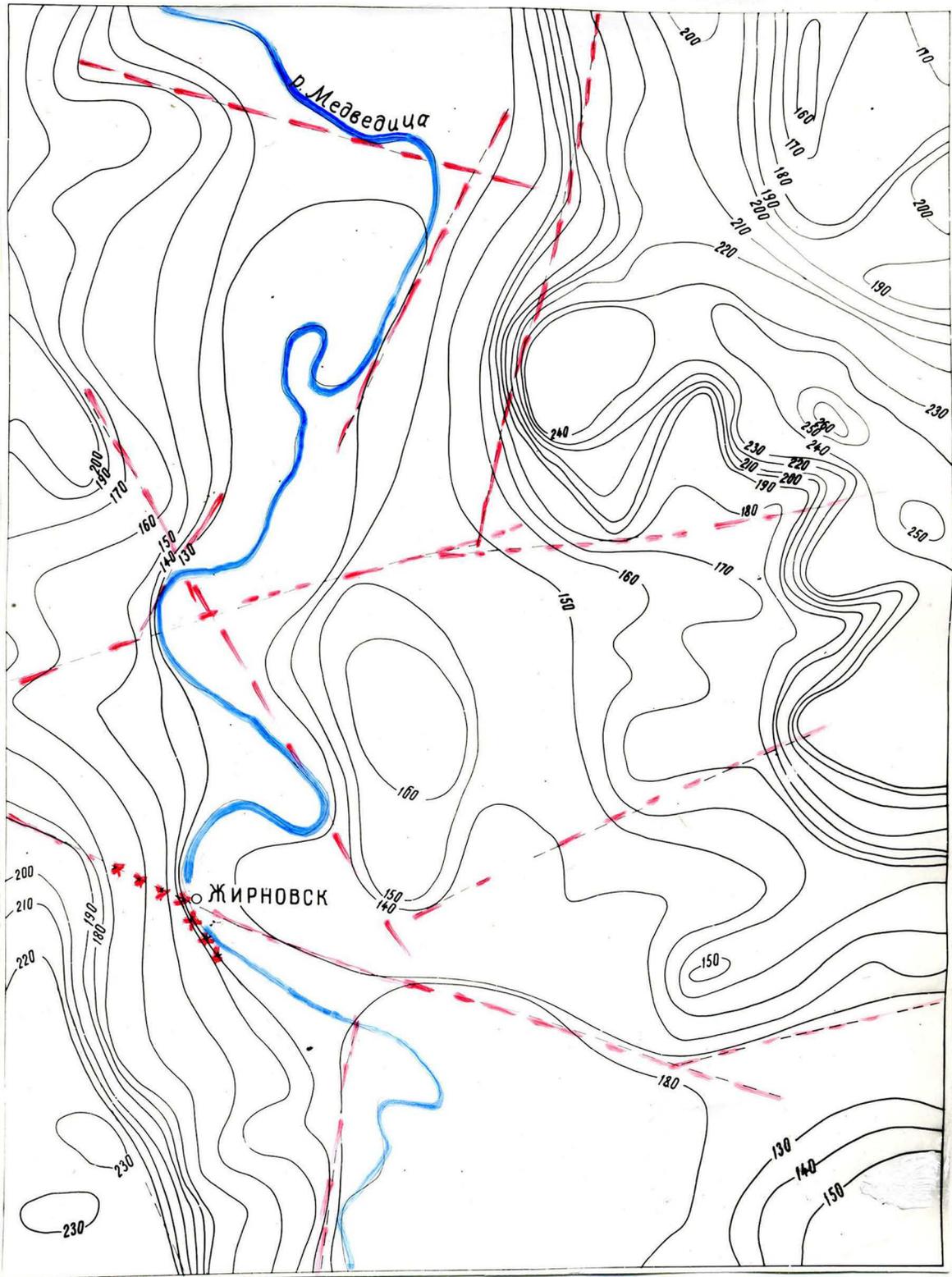


Рис. 4. Карта тектонических нарушений в пределах Жирновского участка (по данным морфометрического анализа), масштаб 1 : 25 000

--- тектонические нарушения

★ тектонические нарушения с высокоглинозёмной минерализацией

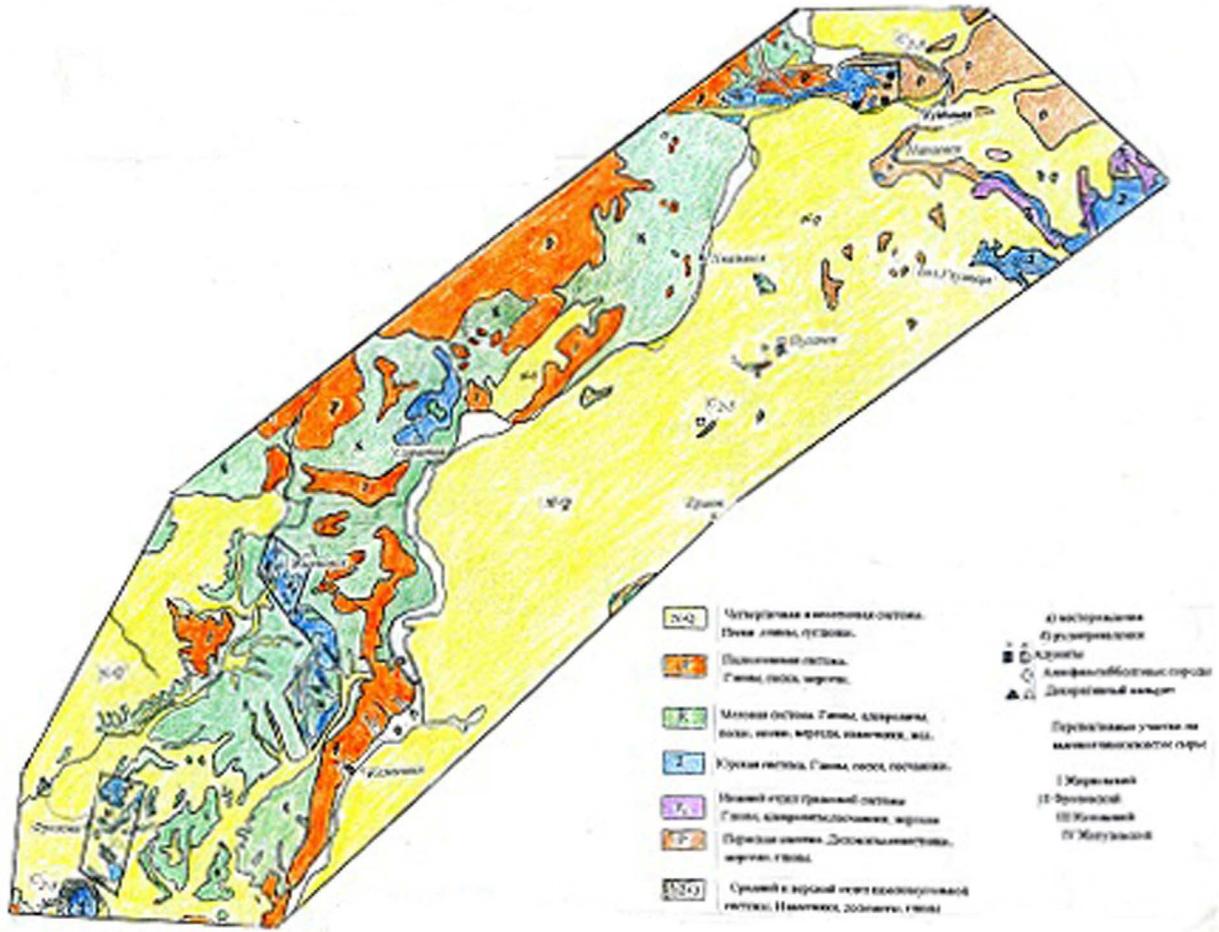


Рис. 5. Прогнозная карта части Поволжья (Куйбышевская, Саратовская и Волгоградская области) на высокоглинозёмное сырьё
 Масштаб 1: 1 000 000, 1982 г., авторы: Ю. В. Ваньшин, В. Ф. Салтыков
 Составлено на основе геологической карты. – Геология СССР. – Т. 11. – 1970.

Присутствие обломков известняков в делювии четвертичного возраста (фото 5) одного из обнажений в карьере Мельничного оврага, замещенных частично или полностью высокоглиноземными образованиями, позволило по геологическим признакам (возраст делювия) изменить наши ранние представления об их возрасте и, следовательно, оценку перспектив всего региона на «бокситы» – хемалиты [17, 18, 20] (рис. 4). Механизм этого процесса охарактеризован далее.

Минеральная ассоциация, установленная в районе города Жирновска Волгоградской области, с учетом анализа неотектонической истории региона и палинологической находки, определена по возрасту как средний плейстоцен [6]. По механизму образования она является инфильтрационно-хемогенно-метасоматической и локализована в контактовой зоне известняков S_{2-3} с перекрывающими их проницаемыми песками байосса или Q делювиальными суглинками (фото 5). Вниз по разрезу наблюдается (2–5 м) снижение интенсивности замещения известняков высокоглиноземными минералами (фото 4). На первом этапе взаимодействия кислых вод ($pH < 4$) с известняками появляется гипс, базальюминит, фельшебаниит, алюминит, метабазальюминит, паралюминит.

При снижении кислотности растворов $pH > 5,7$ образуется гиббсит, аллофан, галлузит, гетит. Затем при дальнейшем росте pH до 6,5–8,5 шло образование алюмогидрокальцита,



Фото 4. Выход высокоглиноземных образований в западной стенке карьера Б. Каменного оврага. Верхняя часть: пески (серое) средней юры; средняя часть: аллофан-гиббсит-гидрогетитовые образования (белое, охристое); нижняя (серое): известняки C_{2-3} возраста



Фото 5. Делювиальные суглинки с обломками известняков серого цвета, частично или полностью замещенные высокоглиноземными образованиями (белые)

нордстрандита, бемита. Макроскопически высокоглиноземные минералы представлены землистой, рыхлой массой гетит-аллофан-гиббситового состава, светло-серого, реже белого или охристого цвета, с многочисленными гнездами, прожилками, линзами белого цвета, состоящими из аллофана и гиббсита.

Одновременное нахождение нескольких морфологических генераций одних и тех же минералов, таких как аллофан и различных модификаций галлуазита ($10 A^\circ$ и $7 A^\circ$), позволяет сделать вывод о существовании локальных условий минералообразования на субмикроскопическом уровне. Об этом же может свидетельствовать большое разнообразие характера взаимоотношений между минералами [4, 8, 13, 14]. Хорошая сопоставимость по морфологии и характеру взаимоотношений между собой аллофана и галлуазита во всех образцах, в том числе и в современном «пушистом налете», встреченном на поверхности карбонатных пород, с учетом маловероятной сохранности аллофана в породах мезозойского возраста [25, 26], и позволила высказать мнение об их четвертичном возрасте. Вывод вполне увязывается с историей геологического развития территории. Это же подтверждает и проведенное Д. Бардошши сравнение минералогии всех известных месторождений бокситов в мире (аллофан присутствует только в кайнозойских) [1].

Высокоглиноземная минерализация аллофан-гиббситового состава начала формироваться в плейстоценовое время. Этот процесс стал возможным только после выхода на поверхность пиритсодержащих глинистых пород средней юры в результате неотектонических процессов, приведших к формированию Доно-Медведицких дислокаций. Сернокислотное выветривание при наличии щелочного геохимического барьера (карбонатные породы) приводило к образованию аллофана, гиббсита, сульфатных минералов алюминия (базальюминит, алюминит и др.). На испарительном геохимическом барьере шел процесс современного образования минералов: алюминиевых квасцов, тамаругита, пиккерингита, эпсомита. Натриевые квасцы в природных условиях в России обнаружены впервые [12].

Таким образом, комплекс высокоглиноземных минералов является надежным дополнительным показателем активизации неотектонических и современных процессов минералообразования. Близость минерального, химического составов высокоглиноземных образований Поволжья с Подмосковными бокситами продиктована общим механизмом и временем их формирования в кайнозой. Именно этим и обусловлены отрицательные результаты многолетних поисков промышленных месторождений данного типа в Центральных районах России и в Сибири [19, 20, 24].

Сернокислотное выветривание приводило к образованию интересного минерального комплекса. Чтобы изучить возможность его формирования, помимо минералогических методов был использован метод моделирования физико-химических процессов на ЭВМ с помощью ПК «Селектор» [5, 7, 15].

На *первом* этапе проведено моделирование растворимости гиббсита, кварца, кальцита, анатаза, амакинита, присутствующих в данной минеральной ассоциации в диапазоне рН 1–14 при температурах 5 °, 25 °, 50 ° и давлении 1 бар (зона аэрации).

На *втором* решены две задачи, последовательно отражающие ход сернокислотного выветривания: взаимодействие пирита с дождевой водой, сопровождающееся образованием сернокислых растворов, и взаимодействие растворов, обогащенных Al и Si, с известняками (щелочной геохимический барьер) [9,13].

Третий этап включал решение задач по взаимодействию реальных растворов (про-

бы из сернокислых источников в районе станции Сиротинская Волгоградской области), содержащих аномальные концентрации Al (до 500 мг/л), Si (80 мг/л), с карбонатными породами в условиях температур 5 ° и 25 °, давлении 1 бар и в системах открытых – закрытых к O₂ атмосферы.

Результаты решения задач первых двух этапов подтвердили известные данные по процессам, изученным в лабораторных условиях. Моделирование взаимодействия сернокислого раствора с известняком и доломитом показало близость минеральных ассоциаций в природных условиях (гиббсит, гетит, гипс, аллофан) с модельными (гиббсит, гетит, гипс, каолинит).

Вариант задачи: отсутствие в системе кислорода – вместо гетита из раствора выпадал пирит. А так как его никогда не было, а есть только гетит, следовательно аллофан-гиббситовые образования никогда не перекрывались осадочными породами мезозоя, создававшими восстановительные условия. Поэтому искать их за пределами современных выходов в Жирновске на поверхность, пытаясь нарастить площади распространения, а следовательно и запасы, – бессмысленно.

Таким образом, изученный комплекс высокоглиноземных минералов является надежным индикатором неотектонических и современных процессов. Доказана отрицательная оценка перспектив юго-восточной части Восточно-Европейской платформы на высокоглиноземные руды, что позволило избежать ранее запланированных затрат при проведении поисковых геологоразведочных работ.

Л и т е р а т у р а

1. Бардошши Д. Карстовые бокситы. – М.: Мир, 1981. – 320 с.
2. Ваньшин Ю. В., Гуцаки В. А. О находке алюминиевых минералов в Нижнем Поволжье // ДАН СССР. – 1982. – Т. 262. – № 1. – С. 160–162.

3. Ваньшин Ю. В., Гуцаки В. А. и др. Геология и вещественный состав рудопоявлений алюминия Поволжья // Месторождения бокситов и их связь с выветриванием. – Алма-Ата: изд-во КАЗИМС, 1983. – С. 126–133.
4. Ваньшин Ю. В., Киреев Ф. А. О галлуазитах аллофан-гиббситовых образований Нижнего Поволжья // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья (минералогия, петрография, геохимия). – 1988. – № 7068-В88. – С. 140–150.
5. Ваньшин Ю. В., Копейкин В. А. Физико-химическое моделирование на ЭВМ процесса формирования аллофан-гиббситовых образований Нижнего Поволжья // Тезисы докл. II Всесоюз. совещ. «Физико-химическое моделирование в геохимии и петрологии на ЭВМ». – Иркутск, 1988. – Ч. 2. – С. 35–36.
6. Ваньшин Ю. В. К вопросу о возрасте высокоглиноземных образований Нижнего Поволжья // Доклады АН СССР. – 1989. – Т. 307. – № 4. – С. 933–936.
7. Ваньшин Ю. В. Физико-химическое моделирование на ЭВМ процесса сернокислотного выветривания // Тезисы докл. науч. конф. «Геологические науки-98». – Саратов: ГосУНЦ Колледж, 1998. – С. 21–22.
8. Ваньшин Ю. В. Минералы современного сернокислотного выветривания // Труды НИИ геологии СГУ. Нов. сер. – Саратов: ГосУНЦ Колледж, 1999. – Т. 1. – С. 173–179.
9. Ваньшин Ю. В. Роль геохимических барьеров в формировании минеральных ассоциаций при современном и среднеплейстоценовом сернокислотном выветривании // Минералогическое общество и минералогическая наука на пороге XXI века: тезисы докл. к IX съезду минерал. общества при РАН. – С.-П.: СПбГУ, 1999. – С. 214–215.
10. Ваньшин Ю. В. Минералы современного сернокислотного выветривания // Труды НИИ геологии СГУ. Нов. сер. – Саратов: ГосУНЦ Колледж, 1999. – Т. 1. – С. 173–179.
11. Ваньшин Ю. В. Неотектоника – один из важнейших факторов при прогнозной оценке юго-востока Русской платформы на высокоглиноземные образования аллофан-гиббситового состава // Геология и минеральные ресурсы Ю-В Русской платформы: тезисы докл. – Саратов: ГосУНЦ Колледж, 2000. – С. 15–16.
12. Ваньшин Ю. В. О находке Na-квасцов в Нижнем Поволжье // ДАН России. – 2000. – Т. 372. – № 4. – С. 533–535.
13. Ваньшин Ю. В. Влияние геохимических барьеров на формирование минеральных парагенезисов при сернокислотном выветривании // Геохимические барьеры зоны гипергенеза / под ред. Н. С. Касимова, А. Е. Воробьева. – М.: МГУ, 2002. – С. 139–153.
14. Ваньшин Ю. В. Неотектонические и минералогические критерии при обосновании размещения и функционирования полигонов подземного захоронения промотходов (на примере территории юго-востока Восточно-Европейской платформы). [Текст]: дис. д-ра геол.-минерал. наук: 25.00.01: защищена 21.01.06: утв. 8.06.07 № 25 д52 / Ваньшин Ю. В. – Саратов. – 2006. – 405 с. – Библиог.: С. 371–405.
15. Карпов И. К. Физико-химическое моделирование на ЭВМ в геохимии. – Новосибирск: Сиб. отд., 1981. – 247 с.
16. Карта новейшей тектоники Среднего и Нижнего Поволжья масштаба 1 : 500 000 / под ред. Ф. И. Ковальского. – Саратов: СГУ, 1981.
17. Михайлов Б. М. Новые небокситовые виды глиноземного сырья. – М.: Наука, 1982. – 262 с.
18. Михайлов Б. М. Хемалиты и их практическое значение: тезисы докл. XIV Всесоюзного совещ. «Глинистые минералы и породы, их использование в народном хозяйстве». – Новосибирск: СНИИГГ и МС, 1988. – С. 61–70.

ГЕОЛОГИЯ

19. Михайлова Е. В. Зона бокситопоявления на южной окраине Подмосковного бассейна // Материал по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР. – М.: ОНТИ, 1958. – Вып. 1. – С. 215–227.
20. Трубина К. Н. Бокситоносные отложения Подмосковного бассейна // Бокситы – их минералогия и генезис. – М.: АН СССР, 1958. – С. 336–346.
21. Философов В. П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. – Саратов: СГУ, 1960. – 78 с.
22. Четвертичные отложения, рельеф и неотектоника Нижнего Поволжья. [Текст]: монография. – Саратов: СГУ, 1978. – 183 с.
23. Четвертичные отложения, геоморфология и новейшая тектоника Среднего и Нижнего Поволжья. Ч. 2.: объяснит. зап. к картам м-ба 1:500000 / под ред. Ф. И. Ковальского. – Саратов: СГУ, 1982. – 123 с.
24. Черкасов Г. Н. Геология, вещественный состав и генезис бокситов и гиббсит-аллофановых пород Западной Якутии и Прибайкалья // Литология и полезные ископаемые. – 1978. – № 6. – С. 17–28.
25. К вопросу об аллофанах / Ф. В. Чухров, С. И. Бехрин, Л. П. Ермилова и др. // Известия АН СССР, сер. геол. – 1964. – № 4. – 15 с.
26. Чухров Ф. В. Минералы эфемеры // Природа. – 1973.

