



УДК: 551.79(550.384)

**Ходжаикбар ТОЙЧИЕВ,**

Д.г.-м.н., профессор Национального университета Узбекистана

E-mail: job1775@mail.ru

**Анна СТЕЛЬМАХ,**

К.г.-м.н., доцент Национального университета Узбекистана

**Нодира ТАДЖИБАЕВА,**

К.г.-м.н., доцент, заведующая кафедрой Геофизики и гидрогеологии Национального университета Узбекистана

Рецензент: к.г.-м.н., профессор Ташкентского государственного технического университета И.А.Азимова

## MAGNETOSTRATIGRAPHY OF QUATERNARY DEPOSITS OF THE FERGANA DEPRESSION

### Annotation

The article presents the results of paleomagnetic studies of Quaternary deposits of the Fergana depression. In the process of study, a detailed description of the lithology, age and genesis of the deposits was carried out using paleomagnetic data, which made it possible to accurately determine the age and polarity of the geomagnetic field for various stratigraphic units. Based on paleomagnetic studies, the age boundaries of the eopleistocene, pleistocene and holocene deposits were determined, which made it possible to clarify the stratigraphic scheme of the region.

**Key words:** Fergana depression, Quaternary deposits, paleomagnetic method, stratigraphy, eopleistocene, pleistocene, holocene, magnetic polarity, tectonic processes, geological sections.

## МАГНИТОСТРАТИГРАФИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ФЕРГАНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

### Аннотация

В статье представлены результаты палеомагнитных исследований четвертичных отложений Ферганской депрессии. В процессе изучения было проведено детальное описание литологии, возраста и генезиса отложений с использованием палеомагнитных данных, что позволило точно установить возраст и полярность геомагнитного поля для различных стратиграфических единиц. На основании палеомагнитных исследований были определены возрастные границы эоплейстоценовых, плейстоценовых и голоценовых отложений, что дало возможность уточнить стратиграфическую схему региона.

**Ключевые слова:** Ферганская депрессия, четвертичные отложения, палеомагнитный метод, стратиграфия, эоплейстоцен, плейстоцен, голоцен, магнитная полярность, тектонические процессы, геологические разрезы.

## FARG'ONA DEPRESSIYASINING TO'RTLAMCHI DAVR CHO'KINDILARINING MAGNITOSTRATIGRAFIYASI

### Аннотация

Maqolada Farg'ona depressiyasining to'rtlamchi davr cho'kindilarining paleomagnet tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Tadqiqot davomida paleomagnet ma'lumotlar yordamida cho'kindilarning litologiyasi, yoshi va genezisining batafsil tavsifi amalga oshirildi, bu turli stratigrafik birliklar uchun geomagnet maydonning yoshi va qutblanishini aniq aniqlash imkonini berdi. Paleomagnet tadqiqotlar asosida eopleistotsen, pleystotsen va golotsen konlarining yosh chegaralari aniqlandi, bu mintaqaning stratigrafik sxemasini takomillashtirishga imkon berdi.

**Kalit so'zlar:** Farg'ona depressiyasi, to'rtlamchi cho'kindi jinslar, paleomagnet usul, stratigrafiya, eopleystotsen, pleystotsen, golotsen, magnet qutblanish, tektonik jarayonlar, geologik bo'limlar.

**Введение.** Палеомагнитные исследования, основанные на анализе магнитных характеристик горных пород, предоставляют возможность проводить корреляцию между геологическими разрезами, находящимися на значительном расстоянии друг от друга и обладающими различными генетическими характеристиками. Сопоставление геологических разрезов со шкалой А. Кокса, содержащей возрастные границы геомагнитных событий за последние 4-4,5 млн. лет, позволяет выделять интервалы эоплейстоценовых, плейстоценовых и голоценовых отложений [5]. В четвертичном периоде выделяются две геомагнитные эпохи: эпоха прямой полярности Брюнес (плейстоцен и голоцен) и эпоха обратной полярности Матуяма (эоплейстоцен). Геомагнитная граница между ними, соответствующая 780 тысячам лет, служит надежным маркером для определения границы между эоплейстоценом и плейстоценом [5].

Основная цель данной работы заключается в определении стратиграфического положения разрезов четвертичных отложений Ферганской впадины на основе магнитостратиграфических данных.

**Литературный обзор.** Геологическое строение четвертичных отложений Ферганской депрессии изучалось многочисленными отечественными учеными, среди которых можно выделить работы И.В. Мушкетова (1910-1912), В.Н. Вебера (1910, 1937), В.И. Попова (1938, 1940, 1954), Н.П. Васильковского (1935, 1948), Ю.А. Скворцова (1939, 1949), О.А. Рыжкова (1959), Г.А. Мавлянова (1958), а также А.И. Исламова, С.М. Касымова, Г.А. Мавлянова (1986), Г.А. Мавлянова, Ю.А. Скворцова (1987), Г.Ф. Тетюхина, А.Ф. Ерошкина, В.И. Попова (1980), Г.А. Мавлянова и А.Н.

Нурматова (1972), Х.А. Тойчиева (1972-1976, 1996) и многих других. В этих работах освещены исследования стратиграфии, генетических типов, литологии отложений, геоморфологии, неотектоники и палеогеографии региона [1-5].

Впервые четвертичные отложения в регионе выделил И.В. Мушкетов, который, изучая Андижанское землетрясение, отнес слабо дислоцированные конгломераты к четвертичному возрасту. Позже В.Н. Вебер, анализируя серые конгломераты, также признал их четвертичными, учитывая их литологические отличия и дислокацию относительно более древних отложений. В 1933 г. Н.П. Васильковский, изучая геологические разрезы Супе-тау, Ак-бель и Ак-чоп, выделил позднекайнозойские отложения на основе фаунистических остатков. В частности, в верхней части разреза Супе-тау он выделил свиту (В<sub>2</sub>), состоящую из нерасчлененных песчаников, глин и мергелей палевого цвета, содержащих остатки мамонта. Эта свита была определена как древнечетвертичная или верхнеплиоценовая. К древнечетвертичным отложениям Н.П. Васильковский также отнес свиты С1 и С2: свита С1 включает пестрые глины, песчаники и пески мощностью 300 м, а свита С2 состоит из серых песков и галечников с прослоями песчаников и конгломератов до 200 м. Эти отложения залегают согласно с нижележащими слоями и связаны переходами. К четвертичным отложениям Н.П. Васильковский отнес свиту Д, состоящую из плотных лессовидных суглинков, супесей, песков и галечников мощностью 100 м, залегающих с небольшим несогласием на свитах В и С, но подвергшихся сильной дислокации. Над свитой Д находятся слабо дислоцированные маломощные брекчии, песчаники и глины, а более молодые четвертичные отложения образуют предгорные шлейфы и конусы выноса горных рек.

В 1935 г. Н.П. Васильковский выделил пять фаз денудации четвертичных отложений, что стало основой стратиграфических построений Ферганской долины (1957). Однако стратиграфические исследования, проведенные А.Н. Нурматовым в 1972 г., не разрешили проблему стратификации. Расчленение и корреляция четвертичных отложений оставались условными, а вопросы нижней границы и временного объема четвертичного периода оставались неясными.

Основными трудностями стратификации четвертичных отложений Ферганской долины являются отсутствие органических остатков, пестрота разрезов, сложная тектоника, сокращенность геологических разрезов, длительные перерывы в осадконакоплении и ограниченность методов исследования. Эти факторы затрудняют выделение четких стратиграфических единиц. Использование палеомагнитного метода, магнитохронологической шкалы А. Кокса и шкалы линейных магнитных аномалий стало основой для создания первых палеомагнитных шкал в СССР, начиная с работ А.Н. Храмова [2]. Эти достижения продемонстрировали потенциал палеомагнитного метода в решении сложных стратиграфических задач [5].

С 1972 по 1976 год Х.А. Тойчиев провёл магнитостратиграфические исследования четвертичных отложений Ферганской впадины, охватив разрезы южных предгорий Чаткальского и Кураминского хребтов, а также разрезы гор Ак-чоп, Ак-бель, Супе-тау и террасовые разрезы рек. По итогам этих исследований была составлена стратиграфическая схема и шкала геомагнитной полярности для региона.

**Методы исследования.** Основы геологической интерпретации палеомагнитных характеристик осадочных толщ изложены в ряде классических публикаций [2]. В рамках данного исследования были выбраны опорные разрезы четвертичного периода в Ферганской депрессии, отличающиеся максимальной стратиграфической полнотой. Палеомагнитные образцы отбирались всплошную, что позволило точно привязать магнитозоны к слоям и исключить погрешности в определении их возраста.

Лабораторные исследования проводились по методике А.Н. Храмова [2], где определялись значения естественной остаточной намагниченности (ЕОН) и магнитной восприимчивости образцов. После временной очистки, ЕОН представляет «отпечаток» геомагнитного поля, существовавшего при формировании пород. Направление ЕОН позволяет делить геологические разрезы на магнитозоны, каждая из которых имеет определённую магнитную полярность. Наличие эталонной палеомагнитной шкалы для региона позволяет использовать эти магнитозоны как возрастные реперы, а структура шкалы определяется чередованием зон с прямой (N) и обратной (R) намагниченностью, что обеспечивает точную стратиграфическую корреляцию.

**Анализ и результаты.** В рамках современной стратиграфической схемы четвертичного периода нами выделяются три основных подразделения: эоплейстоцен (2,5 млн лет), плейстоцен (780 тыс. лет) и голоцен (10-12 тыс. лет) (рис. 1). Общая продолжительность четвертичного периода составляет 2,5 млн лет [5]. Для изученных разрезов четвертичных отложений Ферганской впадины рассмотрено их распространение, генезис, возраст, литология и мощность.

*Эоплейстоценовые отложения* распространены в зоне адыров, окаймляющих Центральную равнинную часть Ферганской впадины, так как они выведены на дневную поверхность новейшими тектоническими движениями. Эти отложения встречаются в различных частях региона: в Северной Фергане – в адырах южных предгорий Чаткало-Кураминских хребтов, в Северо-Восточной Фергане – в адырах западных предгорий Ферганского хребта, в Южной Фергане – в адырах северных предгорий Алайского хребта, на западе и северо-западе Ферганы – в пределах гор Ак-Чоп, Ак-Бель и Супе-Тау, а также на востоке Ферганы – в Андижанских адырах. В равнинной части депрессии эти отложения залегают на большой глубине и вскрываются глубокими скважинами.

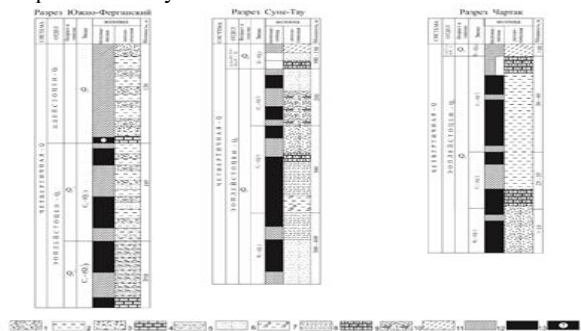


Рис. 1. Стратиграфическая схема расчленения и корреляции четвертичных отложений Ферганской депрессии

**Условные обозначения:** 1 – галечник; 2 – алевролит; 3 – брекчий с гравием; 4 – песчаник, алевролит; 5 – алевролит; 6 – песок; 7 – слой с фауной; 8 – глина; 9 – конгломерат; 10 – пески, галечники с прослоями песчаников и конгломератов; 11 – лессовидный суглинок; **Полярность:** 12 – прямонамагниченная зона; 13 – обратномагниченная зона; 14 – условно выделенная зона

Эоплейстоценовые отложения, в отличие от более молодых плейстоценовых и голоценовых отложений, характеризуются значительной дислокацией. Они образуют антиклинальные складки в адырах и предгорьях, где несогласно залегают на древних отложениях, вплоть до палеозоя.

Тектонические деформации, по мнению А.Е. Додонова (1986), возникли в субаквальных условиях в результате сползания и деформации рыхлых отложений при активизации тектонических движений. Однако, как утверждает Ю.А. Скворцов (1949), древнечетвертичные отложения изначально опустились на глубину до 900 м (были погребены под осадками мощностью до 900 м), а затем были приподняты новейшими тектоническими движениями, что привело к их возвышению не только до прежнего уровня, но и значительно выше. Отметим, что новейшие тектонические движения в зоне адыров и предгорий депрессии проявились неоднородно, и согласно Н.П. Васильковскому (1935), в предгорьях существуют участки, которые не были затронуты этими движениями.

К древнечетвертичным (сохским) отложениям в южной Фергане Н.П. Васильковский (1935) относит серые, неплотные, слабоцементированные аллювиальные, дислоцированные конгломераты мощностью 100-120 м, которые распространены в предгорьях древних долин зоны адыров, в долине реки Сох и на водоразделах междуречья рек Исфара и Шахимардан.

В восточной и юго-восточной Фергане к древнечетвертичным отложениям (Васильковский, 1935) относятся плотные делювиально-пролювиальные лессовидные породы, залегающие островками на водораздельной и платообразной поверхности. В северной Фергане древнечетвертичными отложениями сложены Чуст-Папские, Касансайские и Наманганские адыры и предгорья Чаткало-Кураминского хребтов. Эти отложения состоят из серых, буровато-серых конгломератов, плотных лессовидных, мергелистых и алевролитистых пород. Их мощность варьирует, составляя около 50 м, и иногда они имеют линзообразный характер. В северо-западной Фергане Н.П. Васильковский (1935) относил к древнечетвертичным отложениям верхнюю часть геологического разреза Супе-Тау, включая условно выделенные свиты В2, С1, С2 и безусловно свиту Д.

В 1972 г. Г.А. Мавлянов отнес отложения свит С1, С2 и Д (мощностью 600 м) к древнечетвертичным (сохским) отложениям. В разрезе свита В2 состоит из палевого песчаника, глины и мергеля (мощность 300-400 м), с остатками мамонта. Свита С1 включает пестрые глины, песчаники и пески (мощность 300 м), свита С2 – серые пески, галечники и конгломераты (мощность 200 м), а свита Д – плотные лессовидные суглинки, супеси, пески и галечники (мощность 100 м). При сопоставлении с разрезом Супе-Тау, отложения других частей Ферганы, такие как сохские и касансайские конгломераты, могут быть сопоставлены либо со свитой С, либо с свитой Д, хотя этот вопрос остается открытым. В центральной Фергане древнечетвертичные отложения залегают на большой глубине. В стратиграфической схеме молассовых отложений Ферганской депрессии М.Н. Граммом (1959) свиты С1 и С2 Н.П. Васильковского были названы кепельийской свитой и отнесены к верхнему плиоцену, а свита Д была названа исписарской и на основании остатков остракод была отнесена к раннему антропогену [5].

Палеомагнитное изучение геологических разрезов древнечетвертичных отложений Ферганской депрессии показало, что все они намагничены в эпоху обратной полярности геомагнитного поля (Матуяма). Например, в разрезе Супе-Тау, палеовая свита В2, состоящая из песчаников, глины и мергелей, включает два слоя с обратной и два с прямой намагненностью. Свита С1, состоящая из пестрых глин, песчаников и песков, включает два слоя с обратной и один с прямой намагненностью. Свита С2, состоящая из песков, галечников с прослоями песка и конгломератов, включает два слоя с обратной и три с прямой намагненностью. Свита Д, состоящая из лессовидных суглинков, песков, галечников и конгломератов, намагничена в эпоху прямой полярности (Брюнес) и состоит из одной зоны прямой полярности, прерываемой кратковременными эпизодами магнитного поля Земли.

В стратиграфической шкале четвертичного периода отложения свиты В2, С1 и С2 в разрезе Супе-Тау на основании палеомагнитных данных отнесены к эоплейстоцену, а отложения свиты Д – к плейстоцену. Таким образом, свита Д, ранее относимая Н.П. Васильковским (1935) к древнечетвертичным, в нашей схеме отнесена к плейстоцену, поскольку она намагничена в эпоху прямой полярности, а свиты В2, С1 и С2, ранее условно относимые к древнечетвертичным, теперь имеют четкую стратиграфическую позицию.

*Плейстоценовые отложения (QII)* залегают с разрывом и несогласно на подстилающих породах, в некоторых местах они дислоцированы в пологие складки. В геологических разрезах в большинстве случаев отчетливо преобладают лессовидные породы, которые накладываются на подстилающие галечники и конгломераты. Эти отложения формируют предгорные шлейфы, участвуют в строении молодых тектонических структур и повторяют их структуру, однако наибольшая мощность их сосредоточена в прогибах и впадинах. В центральной Фергане плейстоценовые отложения залегают на большой глубине и имеют сложное строение. В полосе адыров южной Ферганы к плейстоценовым отложениям отнесены слабодислоцированные конгломераты (мощностью 50-60 м), залегающие несогласно на конгломератах и песчаниках эоплейстоценового возраста. Иногда эти отложения формируют древние конусы выноса, мощность которых варьируется от 50 до 100 м и более. На северо-западе Ферганы плейстоценовые отложения представлены пролювиальными отложениями преимущественно грубого состава, такими как щебнистые, обломочные породы и небольшая мощность лессовидных пород. На полосе северных адыров предгорий Чаткало-Кураминского хребта плейстоценовые отложения представлены серыми аллювиальными и пролювиальными конгломератами мощностью более 100 м, на которых залегают покров лессовидных пород мощностью до 35 м. Дислоцированные плейстоценовые отложения встречаются также в строении Андижанских адыров.

Палеомагнитные исследования показали, что плейстоценовые отложения Ферганской впадины намагничены в эпоху прямой полярности и состоят из одной зоны прямой полярности, разделенной тремя кратковременными эпизодами магнитного поля Земли. Эти отложения соответствуют геомагнитной эпохе Брюнес международной шкалы (рис. 1).

*Голоценовые отложения (QIII)* в Ферганской впадине имеют наибольшее распространение и представлены галечником, песками, супесью и суглинками. Эти отложения формируют пойму, первую и вторую террасы, а также территории современных конусов выноса крупнейших рек и саев. К голоценовым отложениям также относятся эоловые пески Кайракумской степи. Мощность этих отложений изменчива и может достигать 20 м и более. Палеомагнитным методом были исследованы правобережная терраса реки Сырдарьи и высокие террасы наиболее крупных рек. В разрезах преобладает грубая фракция. Результаты палеомагнитных исследований показали, что голоценовые отложения намагничены в эпохе прямой полярности Брюнес.

**Закключение.** Палеомагнитные исследования четвертичных отложений Ферганской депрессии установили их возрастную привязку к региональной и международной шкале геомагнитной полярности. Эоплейстоценовые, плейстоценовые и голоценовые отложения различаются по литологическому составу и геомагнитной полярности. Эоплейстоценовые отложения имеют обратную полярность Матюяма, что позволяет отнести их к раннему эоплейстоцену, тогда как плейстоценовые и голоценовые намагничены в прямой полярности Брюнес.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мавлянов Г.А., Скворцов Ю.А. Тектонические движения и их роль в формировании четвертичных отложений Ферганской депрессии // Вопросы геологии и геофизики. Ташкент, 1987. С. 78-90.
2. Палеомагнитология // Отв. ред. А.Н.Храмов. Л., Недра, 1982. 312с.
3. Скворцов Ю.А. Четвертичные отложения // Геология Узбекской СССР. Т. 3. М.; Л.: 1939. С. 161-190.
4. Тетюхин Г.Ф., Ерошкин А.Ф., Попов В.И. О границе неогеновых и четвертичных отложений в Узбекистане. В сб.: Граница неогена и четвертичной системы. М. Наука. 1980. С. 208-215.
5. Toichiev K., Khusainov K., Zokhidov A., Akhmedjanov B. Paleomagnetic characteristics of loess sediments of Arkutsay and Kadyrya of Chirchik river basin // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems12(2 Special Issue), 2020. pp. 110-121.