

СКЛАДЧАТЫЕ И РАЗРЫВНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО ПРИИЛЬМЕНЬЯ (СЕВЕРО-ЗАПАД РУССКОЙ ПЛИТЫ)

На территории Южного Приильменья установлены две группы тектонических деформаций. К первой относятся пологие линейные складки шириной от 100 до 300 м, прослеженные на площади более 30 км², они охватывают весь видимый разрез франского яруса и срезаны современной дневной поверхностью. Их субпараллельные оси простираются с юго-запада на северо-восток, шарниры undulate, а крылья осложнены надвигами. Нарушения второй группы представляют собой системы мелких деформированных и смещенных относительно друг друга блоков, захватывают только приповерхностную (менее 10 м), преимущественно известняковую часть и создают неровности кровли коренных пород.

Ключевые слова: *франский ярус, Русская плита, моноклираль, складки, надвиги, герцинский орогенез, гляциотектоника.*

The two groups of tectonic deformations have been detected in the South vicinity of the Ilmen Lake. The first one is represented by gentle linear folds 100–300 m wide, which have been observed over the area of more than 30 km² in the Frasnian. The folds are partly eroded, their axes have North-East strikes, the hinges undulate, and limbs are faulted with thrusts. The second group is represented by systems of small deformed and shifted blocks. This type of deformations occurs only near the surface (depth less than 10 m), mainly in the limestones, and forms pre-Quaternary relief.

Keywords: *Frasnian, Russian Plate, monocline, folds, thrusts, Hercinian orogeny, glaciotectonics.*

Введение. Территория Южного Приильменья расположена в пределах главного девонского поля и является частью северо-западного крыла Московской синеклизы Русской плиты. Архейско-раннепротерозойский кристаллический фундамент залегает на глубине 700–1000 м под осадочным чехлом, сложенным верхнепротерозойскими, ниже-среднепалеозойскими и четвертичными образованиями [1, 2]. Под четвертичными отложениями залегают терригенно-карбонатные осадочные породы франского яруса верхнего девона, которые наклонены на юго-восток и образуют пологую моноклираль.

В коренных обнажениях представлены (снизу вверх):

– ильменские глины (D_3il_1) видимой мощностью до 8 м, голубовато-серые с бурыми пятнами, содержащие единичные прослои детритовых известняков толщиной до 20 см;

– ильменские песчаники (D_3il_2) мощностью от 0,5 до 6 м, серовато-белые или светло-розовые, кварцевые, косослойчатые, часто с интенсивно железистой прикровельной частью (до 0,5 м) буровато-красного цвета;

– бургские ракушечниковые известняки (D_3br_1) мощностью от 0,5 до 1,6 м, светло-серые с буровато-красными пленками окислов железа;

– бургские плитчатые микритовые известняки (D_3br_2) мощностью от 3,5 до 4,5 м, светло-буровато-желтые или розовые;

– бургские комковатые микритовые известняки (D_3br_3) мощностью до 0,5 м, серовато-белые;

– снежские пестроцветные глины (D_3sh) видимой мощностью до 1 м.

Подробная литолого-генетическая характеристика этих стратиграфических подразделений приведена в статье А. Б. Тарасенко, С. Б. Шишлова [4].

Ильменские глины и песчаники образуют верхнюю часть рдейской свиты, три пачки известняков слагают бургскую свиту, а пестроцветные глины соответствуют нижней части снежской свиты.

Систематическое геологическое картирование территории началось в предвоенные годы. В 1941 г. издана Геологическая карта масштаба 1 : 1 000 000 (Б. П. Асаткин, В. А. Котлуков). В 1959–1960 гг. Ленинградская (ныне Петербургская) геологическая экспедиция СЗГУ провела комплексную геолого-гидрогеологическую съемку листа О-36-XIV масштаба 1 : 200 000. В 1989 г. опубликован лист О-(35), 36 (Ленинград) Госгеолкарты-1000/2 [2].

В 2000 г. издан лист О-36-XIV Ильменской серии Госгеолкарты нового поколения масштаба 1 : 200 000 с объяснительной запиской под редакцией В. Р. Вербицкого [1]. На этом листе в районе Южного Приильменья закартированы рдейская, бургская и снежская свиты. В объяснительной записке отмечено, что в естественных обнажениях на юго-западном берегу оз. Ильмень и по берегам впадающих в него рек Саватейка, Псижа и Перехода представлены брахиантиклинальные и флексурные осложнения моноклинали, иногда сопровождаемые взбросами и сбросами. Ширина складок от первых до 300 м и 2 км. Крылья наклонены под углом до 3–5°, часто несимметрично. Присутствуют отдельные складки с углами наклона крыльев до 18–25°. Складки и флексуры осложнены разрывными нарушениями, часто сопровождаемыми

зонами брекчирования. Амплитуда взбросов-сбросов 0,5–1,5, редко до 3,0 м. Плоскости сместителей обычно наклонены к северо-западу (290–300°) под углом 20–30°. На геологической карте масштаба 1 : 200 000 эти складки и разломы не показаны из-за небольших размеров.

Авторы [1] отмечают, что существуют три точки зрения на происхождение тектонических нарушений верхнедевонских отложений. Первая утверждает их гляциальную природу. Вторая связывает деформации с герцинским этапом развития платформы. И наконец, третья, которую разделяют авторы объяснительной записки, представляет собой комплексную модель образования микродислокаций, которые были заложены в среднем и позднем палеозое и обновлены в результате деятельности ледника.

Охарактеризуем более детально морфологию тектонических нарушений верхнего девона в районе Южного Приильменя и попытаемся сделать выводы об их генезисе.

Фактический материал и методика исследования. Фактический материал собран автором

в 2009–2013 гг. при проведении учебных практик для студентов геологоразведочного факультета Горного университета, выполнявших геологическую съемку территории учебного полигона площадью около 30 км² в масштабе 1 : 25 000 на планшетах 1 : 10 000 [3]. С северо-востока полигон ограничен акваторией оз. Ильмень, восточная граница проходит по окраине дер. Устрека, южная по линии деревень Солобско и Подоложь, а западная по окраине дер. Коростынь (рис. 1).

Отправной точкой исследования тектонических деформаций франского яруса верхнего девона стало их описание в обнажениях Ильменского глинта – берегового обрыва высотой до 18 м, в котором более чем на 10 км, от дер. Коростынь на северо-западе до дер. Устрека на юго-востоке (рис. 1), представлен практически непрерывный разрез коренных пород. Произведены тщательные замеры мощностей стратиграфических подразделений через 50–100 м (преимущественно в ядрах антиклинальных и синклиналиных складок) от уреза воды оз. Ильмень до бровки берегового обрыва (более 60 точек наблюдений). Описаны морфология всех нарушений в этом сечении, а также

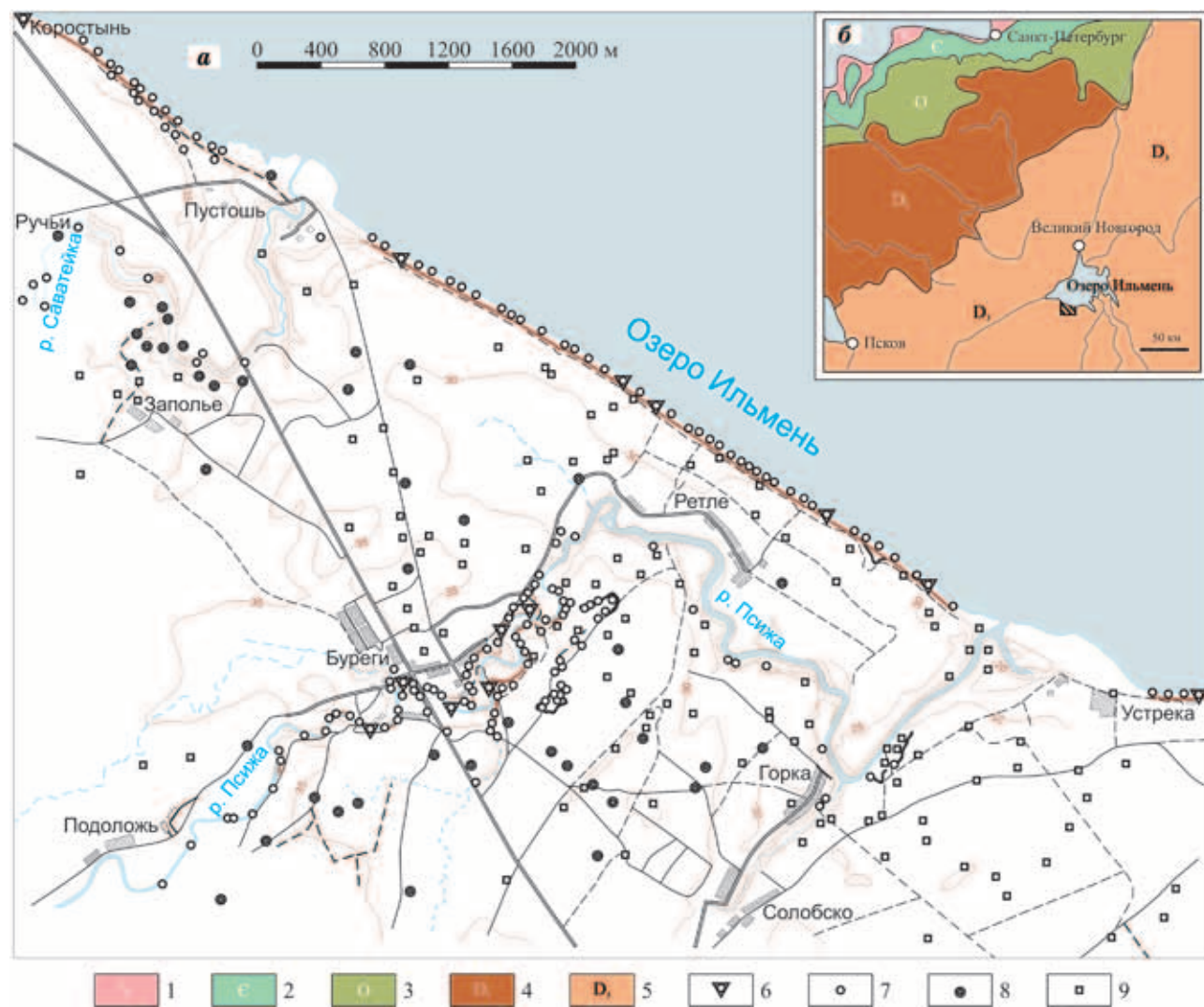


Рис. 1. Схема расположения точек наблюдения на территории учебного полигона Горного университета – а; геологическая схема северо-запада Русской плиты и положение учебного полигона (заштрихованный прямоугольник) – б
1 – верхний венд; 2 – нижний и верхний кембрий; 3 – нижний и средний ордовик; 4 – средний девон; 5 – верхний девон; 6–9 – точки наблюдений (6 – опорные разрезы, 7 – коренные выходы, 8 – скважины ручного бурения, 9 – шурфы)

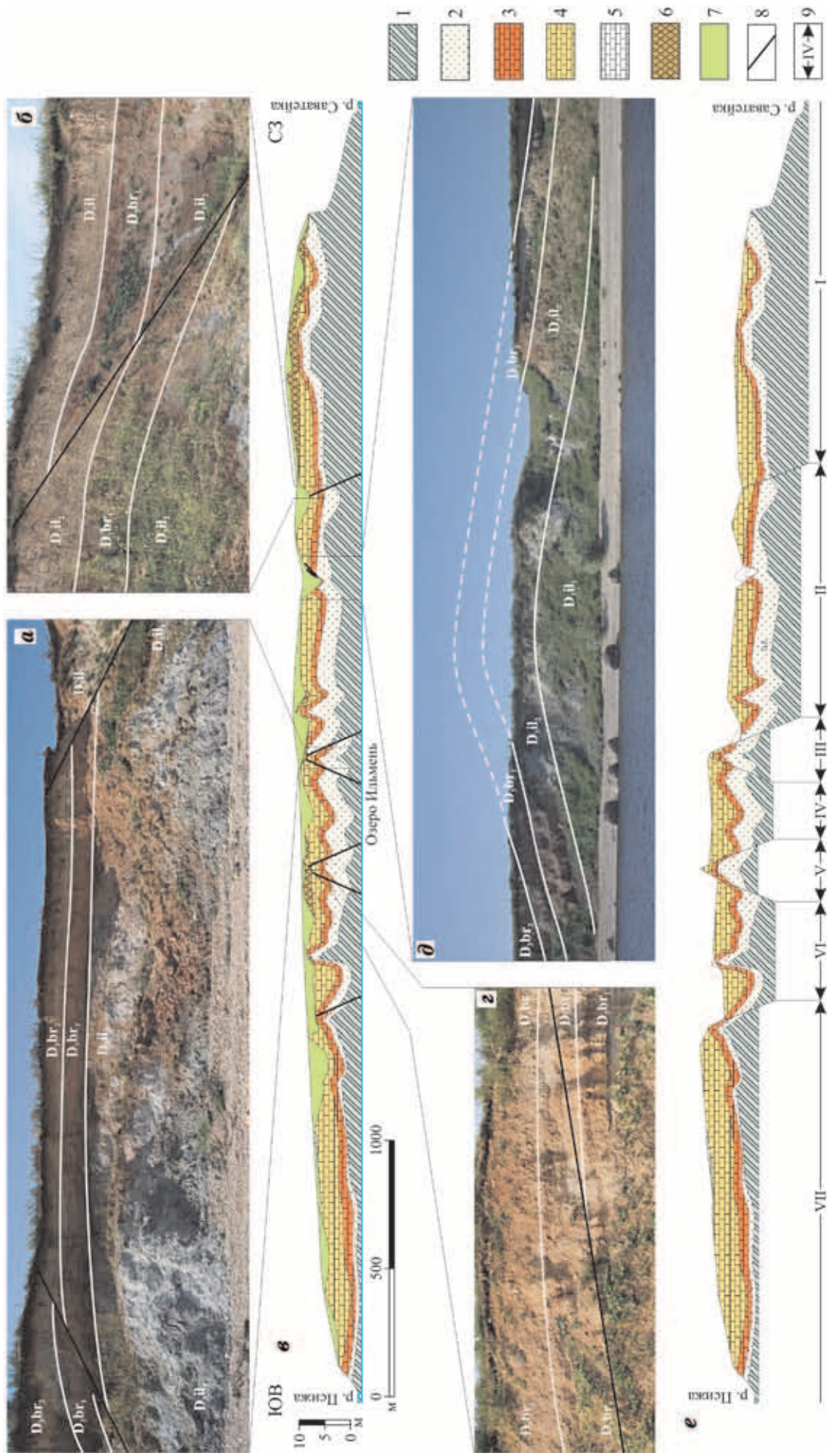


Рис. 2. Тектонические дислокации верхнего девона в обнажениях Ильменского глинга на участке от устья р. Пижма до устья р. Саватейка

a – антиклинальная складка с крыльями, осложненными встречными надвигами; *б* – надвиг; *в* – геологический разрез; *г* – крупная асимметричная антиклиналь, срезанная современной поверхностью водораздела; *д* – реконструкция донадвигового положения складок
1–5 – пакки верхнего девона: *1* – ильменские глины ($D_{3,il1}$), *2* – ильменские песчаники ($D_{3,il2}$), *3* – бурегские ракушечниковые известняки ($D_{3,br1}$), *4* – бурегские плитчатые известняки ($D_{3,br2}$), *5* – бурегские комковатые известняки ($D_{3,br3}$); *6* – четвертичные отложения (Q); *7* – разрывные нарушения; *8* – разрывные нарушения; *9* – границы тектонических блоков и их номера. На разрезах *в*, *е* углы падения пород существенно преувеличены из-за разницы между вертикальным и горизонтальным масштабами

складки верхнего девона по естественным обнажениям р. Псижа от дер. Подоложь на юге до дер. Ретле на севере и в карьерах, расположенных к северо-востоку от дер. Буреги на правом берегу р. Псижа.

Материалы, позволяющие выявить особенности распределения деформаций на площади, получены при геологическом картировании полигона в масштабе 1 : 10 000, выполненном автором со студентами и аспирантами кафедры исторической геологии Горного университета. Изучено 338 точек наблюдений (рис. 1), из них 179 по коренным выходам, 42 по керну скважин ручного бурения и 117 по шурфам. Привязка точек осуществлялась с точностью до 5 м с помощью GPS навигаторов.

За пределами полигона складчатые нарушения франского яруса описаны в карьерах у деревень Солоницко и Луки, расположенных в 20 км к западу от учебного полигона.

Результаты. В обнажениях глинта, вскрывающих верхний девон практически вкрест простирания северо-западного крыла Московской синеклизы, отчетливо проявлено общее моноклинальное падение пород на юго-восток. Так, на северо-западе, в районе дер. Коростынь, над урезом воды обнажаются

ильменские глины (D_{3il_1}) видимой мощностью 8 м, а в 10 км к юго-востоку, в районе дер. Устрека, над уровнем озера оказываются уже только бурегские плитчатые известняки (D_{3br_2}). Перепад абсолютных отметок границы ильменских и бурегских слоев между флангами глинта составляет не менее 10 м, и, следовательно, с северо-запада на юго-восток через каждый километр эта граница оказывается ниже приблизительно на 1 м, т. е. угол ее падения составляет около 4 мин.

Моноклинальное залегание пород осложняют многочисленные и разнообразные тектонические деформации, которые можно разделить на две группы.

Нарушения первой группы включают в себя складки и разломы, охватывающие весь видимый в обнажении интервал франского яруса.

На геологическом разрезе глинта от устья р. Псижа до устья р. Саватейка (рис. 2) видны малоамплитудные (до 3 м) синклинали и антиклинальные складки шириной от 100 до 300 м с углами падения крыльев до 5° и ряд складок с амплитудой 5–7 м и углами падения крыльев $35\text{--}40^\circ$. В ядрах крупных антиклиналей ильменские глины и песчаники выходят на поверхность водораздела. Отметим, что, как правило, такие антиклинали наклонены на

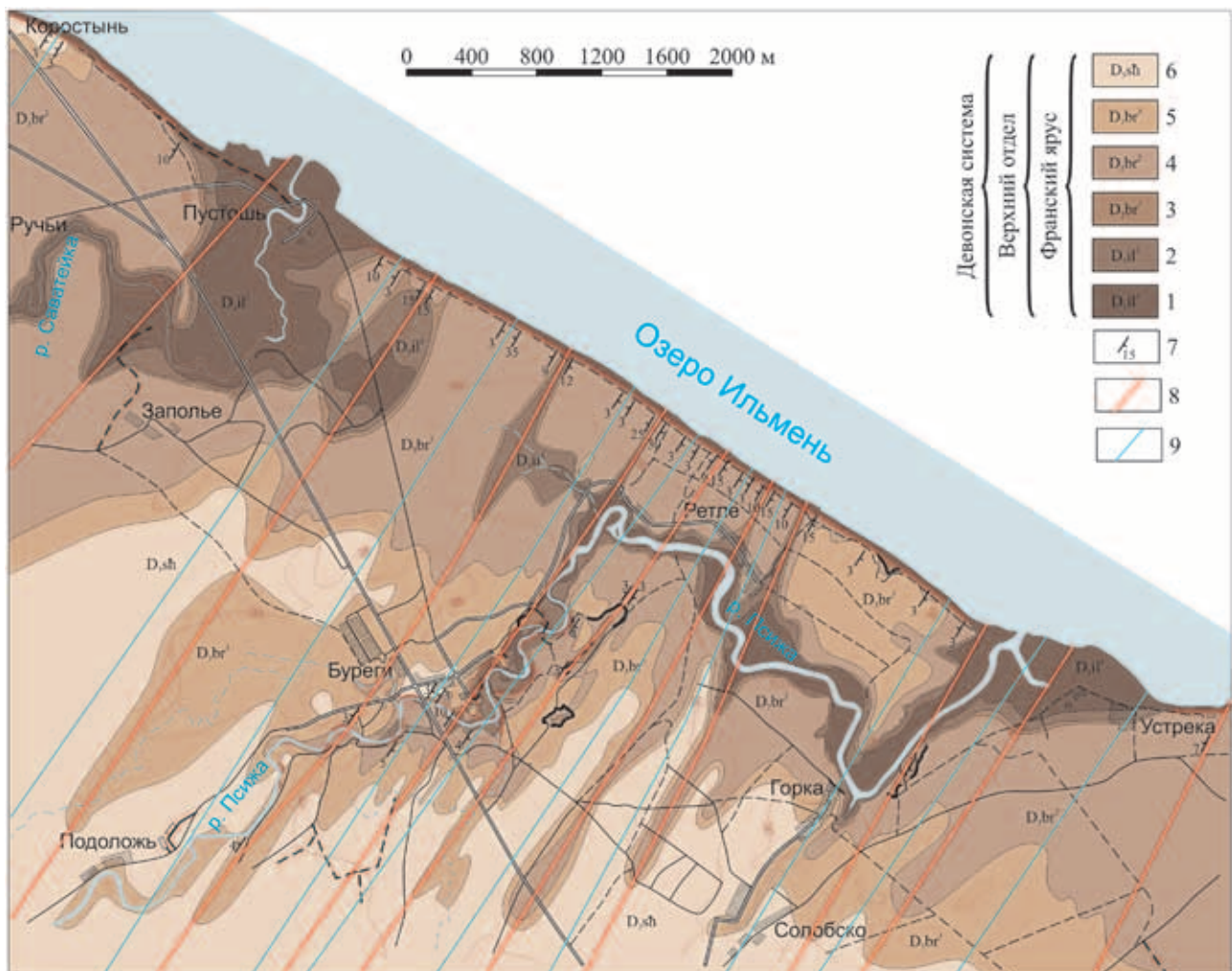


Рис. 3. Геологическая карта дочетвертичных образований учебного полигона Горного университета

1–6 – пакки верхнего девона: 1 – ильменские глины (D_{3il_1}), 2 – ильменские песчаники (D_{3il_2}), 3 – бурегские ракушняковые известняки (D_{3br_1}), 4 – бурегские плитчатые известняки (D_{3br_2}), 5 – бурегские комковатые известняки (D_{3br_3}), 6 – снежские глины (D_{3sh}); 7 – элементы залегания осей основных антиклинальных (8) и синклиналиных (9) складок

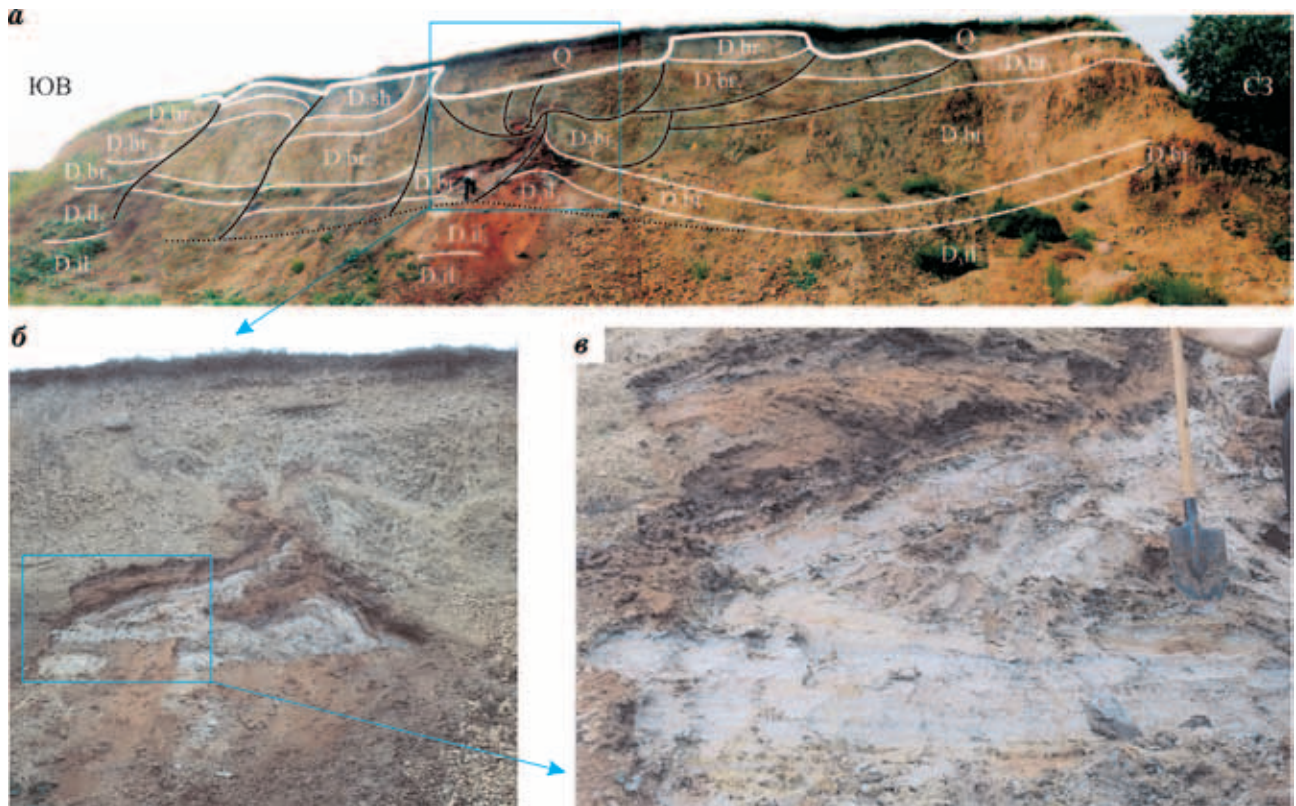


Рис. 4. Тектонические деформации верхнего девона в оползневом цирке Ильменского глинта в 500 м к юго-востоку от дер. Коростынь

Усл. обозн. на рис. 2

юго-восток. Их юго-восточные крылья круче, чем северо-западные (рис. 2).

Крылья складок осложняют надвиги амплитудой от 2 до 6 м. Их сместители падают под углом 35–40° на северо-запад или на юго-восток от ядра антиклиналей. На участке глинта между устьями рек Псижа и Саватейка выявлено 6 надвигов (рис. 2). Сместители четырех из них, отличающихся максимальными амплитудами, падают на северо-запад. Складки и надвиговые дислокации срезаны современной постледниковой поверхностью.

На рис. 2, *e* показаны результаты реконструкции первичного положения семи блоков коренных пород, разделенных разломами. Здесь видно, что в донадвиговом положении зеркало складчатости располагалось практически горизонтально, следовательно, общее падение пород франа на юго-восток определяет блоковая тектоника. Это позволяет считать, что формирование рассматриваемых тектонических структур происходило в два этапа. На первом горизонтальное залегание пород нарушили складки, а на втором возникли разломы, смещения по которым под действием преимущественно северо-западного усилия сжатия привели к образованию ступенчатой моноклинали.

Реконструкция донадвигового положения коренных пород (рис. 2, *e*) позволяет наметить пликативные структуры следующего, более высокого блока шириной 3–3,5 км и амплитудой до 15 м. Так, наиболее нарушенный интервал III–VI блоков можно считать центральной частью антиклинали, которую обрамляют синклинальные структуры. Осевая часть северо-западной синклинали расположена у границы I и II блоков,

а ось юго-восточной синклинали локализуется в центральной части VII блока. Эти синклинали сменяются антиклинальными структурами, оси которых расположены в районе устьев рек Псижа и Саватейка.

До последнего времени складки глинта рассматривались как локальные брахиформные структуры [1, 3]. Однако их аналоги удалось установить в естественных обнажениях р. Псижа и в карьерах Южного Приильмения. Кроме того, тщательное прослеживание границ картируемых стратиграфических подразделений мощностью 0,5–6 м в масштабе 1:10 000 показало, что эти малоамплитудные пликативные деформации распространены по всей территории полигона и имеют в плане линейную форму (рис. 3). Их субпараллельные оси простираются с юго-запада на северо-восток (азимут простирания 20–30°), а шарниры ундулируют.

Ундуляция шарнира антиклинальной складки отчетливо проявлена в долине р. Псижа. На обрыве ее правого берега у южной окраины дер. Буреги обнажается антиклинальная складка, ядро которой образуют ильменские глины. В 300 м ниже по течению, у моста через реку, та же складка представлена в обрыве левого берега, но в ее ядре залегает уже пачка плитчатых известняков. Из этого следует, что здесь шарнир антиклинальной складки падает на северо-восток под углом около 1°.

Наблюдения, выполненные в карьерах у деревень Солоницко и Луки, позволяют считать, что особенности морфологии и ориентировка складчатых дислокаций франского яруса сохраняются и в 20 км к западу от полигона.

Заметим, что ориентировка осей складок и простираение сместителей надвигов совпадают с направлением аномалий, установленных гравитационно-магниторазведкой по всему Приильменью [1]. Кроме того, геофизические исследования показали, что в районе г. Старая Русса (около 30 км от полигона) северо-восточное простираение имеет крупный тектонический разлом, разделяющий кристаллический фундамент на Новгородский и Мстинско-Тихвинский блоки [1].

Нарушения второй группы отличаются меньшими масштабами, наложены на деформации первой группы и охватывают только приповерхностную часть разреза франского яруса.

Особенно ярко их специфика представлена в обнажении оползневого цирка Ильменского глинта, который расположен в 500 м к юго-востоку от дер. Коростынь. Здесь можно наблюдать сложную систему деформированных и смещенных относительно друг друга блоков шириной от 5 до 15 м (рис. 4). Вертикальная амплитуда смещений не превышает 2 м. Сместители падают преимущественно на юго-восток под углами 15–70°. На блоки разбита только приповерхностная (менее 10 м) часть разреза, сложенная преимущественно бурегскими известняками. Нижняя граница зоны нарушений проходит в средней части ильменских песчаников (D_3il_2) по прослою глины, под которым породы ильменских слоев залегают субгоризонтально (рис. 4, *з*). Интересно, что смещенные блоки создают неровности, которые нивелируют четвертичные отложения. Над поднятыми боками мощность четвертичных отложений не превышает 0,5 м, а над опущенными возрастает до 1,5 м (рис. 4, *в*).

Закключение. На территории Южного Приильменя установлены две группы тектонических нарушений.

К первой относятся линейные складки шириной от 100 до 300 м, которые распространены на

площади более 30 км², они охватывают весь доступный для наблюдения разрез франского яруса и срезаны современной дневной поверхностью, которую сформировал ледник. Их субпараллельные оси простираются с юго-запада на северо-восток, шарниры ундулируют, а крылья осложнены надвигами амплитудой от 2 до 6 м, сместители которых падают под углом 35–40° на северо-запад или на юго-восток от ядра антиклиналей. Возможно, эти деформации имеют доплейстоценовый возраст, обусловлены глубинными тектоническими процессами и связаны с герцинским орогенезом. Асимметрия складок и особенности надвигов позволяют предполагать, что основное усилие сжатия было направлено с северо-запада.

Нарушения второй группы представляют собой локальные сложные системы разнообразных мелких разрывных и пликтивных деформаций, которые захватывают только приповерхностную (менее 10 м), преимущественно известняковую часть коренных пород. По-видимому, они имеют позднеплейстоценовый или раннеголоценовый возраст и гляциотектоническую природу.

Исследование выполнено в рамках проекта СПбГУ № 3.0.93.2010.

1. *Вербицкий В.Р., Кямря В.В., Саванин В.В.* и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (издание второе). Серия Ильменская. Лист О-36-ХIV (Новгород). Объясн. зап. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 174 с.

2. Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Объясн. зап. Лист О-(35), 36 (Ленинград). – Л., 1989. – 212 с.

3. *Михайлова Е.Д., Щеколдин Р.А., Коротков А.И.* Учебная геологосъемочная практика (новгородский полигон). – СПб.: Изд-во СПГГИ, 2003. – 56 с.

4. *Тарасенко А.Б., Шишов С.Б.* Литолого-генетические особенности ильменских и бурегских слоев франского яруса в районе южного берега озера Ильмень // Регион. геология и металлогения. 2012. № 49. – С. 47–55.

Шишов Сергей Борисович – доктор геол.-мин. наук, профессор, кафедра осадочной геологии СПбГУ.
<sshishlov@mail.ru>.