

УДК 551.4:551.24 + 553.97 (4)

Е. Н. БЫЛИНСКИЙ

## ВАЛООБРАЗНЫЕ ГЛЯЦИОИЗОСТАТИЧЕСКИЕ ПОДНЯТИЯ ЛИТОСФЕРЫ И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАСПОЛОЖЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЫ

Одним из важнейших факторов воздействия гляциоизостазии на развитие рельефа Земли в плейстоцене явилось формирование крупных валообразных поднятий литосферы вокруг ледниковых щитов. Прогибания литосферы под нагрузкой ледниковых щитов распространялись на несколько сот километров от их центров к периферии ледников, вызывая здесь образование флексуры, наклоненной к ледниковому щиту. В дистальном направлении от ледника в пределах перигляциальной зоны она завершалась валообразным поднятием.

Неизбежность образования валообразных поднятий по периферии ледниковых щитов предсказывалась еще основоположниками теории гляциоизостазии [1, 2 и др.]. Тем не менее долгое время реальных следов таких валообразных поднятий при полевых исследованиях не находили, и У. Фарренд в «Энциклопедии геоморфологии» в 1968 г. [3] отметил, что теоретические предсказания геофизиков о поднятиях вокруг ледниковых щитов до сих пор не подтверждены на практике. Действительно, следующие за гляциоизостатическими поднятиями их опускания, составляющие, вероятно, до 90—95% амплитуды бывших поднятий, затрудняли обнаружение признаков таких поднятий.

Однако вскоре были обнаружены следы, оставленные, существовавшими в поздневалдайское время валообразными поднятиями у Атлантического побережья США [4], в пределах Европы [4—6] и в Северной Америке [7]. Проведенное автором изучение террас и особенностей эрозионно-аккумулятивных процессов в долинах крупных рек Европы, а также рельефа дна Северного моря и пролива Ла-Манш позволило наметить расположение валообразных гляциоизостатических поднятий в эпоху поздневалдайской стадии оледенения и в голоцене (рис. 1). Осевая зона основного валообразного поднятия, развивавшегося в интервале 18—12,5 тыс. лет назад (далее т.л.н.), протягивалась от срединной части Северного моря через север Нидерландов, центральную часть ФРГ, юг ГДР и Польши и далее по серии возвышенностей в центре европейской части СССР к долине р. Оби у пос. Ванзеват. Чаще всего эта осевая зона располагалась в 100—200 км от границы максимального распространения ледника в поздневалдайскую стадию оледенения (рис. 1). Амплитуды поднятия достигали от нескольких до 200 м, ширина поднятия существенно превышала ширину осевой зоны и могла достигать несколько сот километров.

По мнению геофизиков, валообразное поднятие должно было возникать преимущественно в результате скопления вещества астеносферы, отличавшегося относительно большей вязкостью, при его перемещении из области распространения ледника вследствие прогибания литосферы и «выжимании» вещества астеносферы в стороны от ледника. Некоторое воздействие на формирование валообразных поднятий оказывали также упругие напряжения, возникавшие в литосфере под действием ледниковой нагрузки.

По мере растаивания ледника и постепенного снятия нагрузки валообразное поднятие мигрировало к центру ледникового щита вслед за отступающим краем ледника в результате перемещения вещества астеносферы в обратном направ-

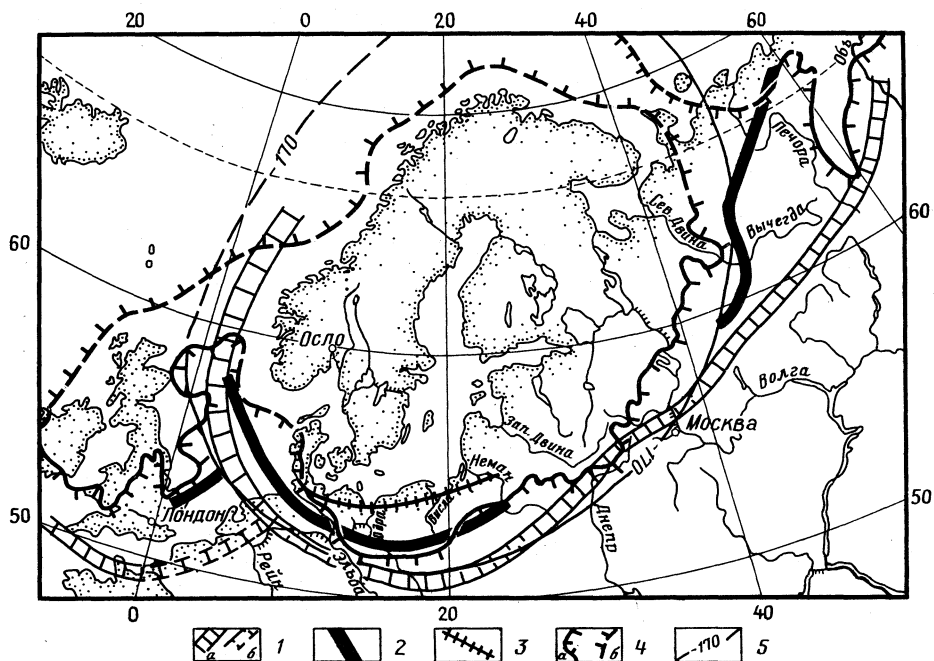


Рис. 1. Карта расположения осевых зон валообразных поднятий в Европе в конце плейстоцена и в голоцене. Осевые зоны валообразных поднятий, развивавшихся: 1 — 18—12,5 т. л. н. (а — установленные, б — предполагаемые); 2 — 12,5—10,3 т.л.н.; 3 — ось максимального современного прогибания [36, 40]; 4 — граница поздневалдайской стадии оледенения: а — установленная, б — предполагаемая; 5 — изообаза максимального прогибания в позднеледниковое время по расчетам Н.-А. Мёрнера [41] в м

лении. Собранный материал по геоморфологии и четвертичным отложениям свидетельствует о том, что такая миграция происходила не равномерно, а скачкообразно. В связи с этим мне удалось проследить расположение отдельных отрезков валообразного поднятия и в более поздние этапы его существования: в отрезке времени около 12,5—10,3 т.л.н., а также в раннем и среднем голоцене (по расположению оси максимального современного прогибания, рис. 1).

Поскольку валообразные поднятия отличались большой шириной, они вызывали в реках, пересекавших эти поднятия, возникновение подпора выше осевой зоны поднятия, что приводило к накоплению в долинах рек аллювия и озерно-болотных отложений повышенной мощности. По-видимому, даже крупные реки не могли пропиливать это поднятие, так как вследствие его большой ширины происходило уменьшение средних уклонов и скорости течения реки на значительном расстоянии выше оси поднятия. Таким образом, одним из критериев обнаружения места валообразного поднятия может служить увеличение выше оси поднятия ширины речной террасы, формировавшейся в этот отрезок времени, повышение мощности аллювия, появление и иногда широкое распространение озерных фаций.

В пределах морского дна одним из признаков валообразного гляциостатического поднятия являются его относительные повышения. Они возникали в связи с тем, что последующее прогибание морского дна было меньше самого поднятия благодаря возникновению остаточных деформаций в пределах литосферы [8]. Другие признаки валообразного поднятия на морском дне — увеличение крупности и понижение мощности осадков в его пределах, расположение форм размыва по обе стороны от его осевой зоны, вытянутость границ оледенения вдоль оси поднятия (рис. 1), изгибы древних береговых линий и др.

Наконец, важным признаком бывшего расположения валообразных поднятий служат в ряде регионов области максимального прогибания, являющегося следствием распада бывшего валообразного поднятия.

Осевая зона валообразного поднятия в низовьях Оби (рис. 1) намечена по северной границе распространения уртамских озерных отложений, накопившихся в крупном озерном водоеме 23—12,3 т.л.н. [9]. Мне представляется, что причиной образования этих осадков явился подпор со стороны валообразного поднятия, а не ледника, поскольку современная высота кровли осадков понижается с юга на север, а не наоборот. В случае их подпора со стороны ледника абсолютная высота кровли должна была бы повышаться с юга на север, где близ края ледника гляциоизостатическое прогибание должно было быть максимальным. Проведенная мной реконструкция валообразного поднятия в низовьях Оби обнаружила существование здесь в поздневалдайское время широкого (свыше 1000 км) вала, осевая зона которого (от Перегребного до Горок) шириной около 200 км достигала амплитуды 60—100 м.

Расположение осевых зон валообразных поднятий, развивавшихся на северо-востоке европейской части СССР 18—12,5 и 12,5—9,8 т.л.н. разобрано в предыдущей работе автора [5]. Для выявления осевых зон в Центральной Европе составлена схема эрозионно-аккумулятивных процессов в долинах крупных рек (рис. 2).

Рассмотрим прежде всего долину р. Вислы. К настоящему времени это одна из наиболее хорошо изученных долин в Европе, особенно после проведения специальной работы по ее комплексному исследованию [10]. В долине Вислы у Тарнобжега в эпоху поздневалдайского (позднелипского) оледенения наблюдалась интенсивная аккумуляция аллювия [11], вызванная скорее всего валообразным поднятием в районе современного сужения долины у пос. Рахув. Начиная, по-видимому, с бёллинга, аккумуляция сменяется слабым врезанием, что могло отразить скачкообразное смещение осевой зоны валообразного поднятия вниз по течению реки с уменьшением его амплитуды.

Близкий характер эрозионно-аккумулятивных процессов наблюдался на участке сужения долины Вислы в месте пересечения ею Южно-Польской возвышенности у пос. Рахув (рис. 2) [12]. Меньшая, чем у Тарнобжега, интенсивность аккумуляции аллювия в интервале 15—12,5 т.л.н., по-видимому, объясняется увеличением выноса обломочного материала на свод валообразного поднятия.

Весьма интересно протекало развитие долины Вислы на отрезке от г. Пулавы до г. Плоцк, особенно детально изученное у Варшавы [13]. С 15 по 12,5 т.л.н. тут произошло небольшое врезание до абс. высот около 87 м в кровлю озерно-ледниковых глин, отложенных при максимуме липского оледенения [14]. В результате врезания сформировалась терраса Бродно. Затем до конца молодого дриаса происходила аккумуляция руслового и пойменного аллювия, в результате чего образовалась терраса Прага, под пойменным аллювием которой была полностью погребена терраса Бродно [13]. Понять причины изложенного выше хода эрозионно-аккумулятивных процессов у Варшавы можно только сопоставив его с развитием долины Вислы на участке от Плоцка до Квидзына (рис. 2) [15, 16 и др.].

Здесь после отступления ледника в период с 13,7 по 10,3 т.л.н. происходило интенсивное врезание реки, в ходе которого образовались 11 террас. Вне всякого сомнения, подобный врез был обусловлен таянием ледника, низким уровнем Балтийского озера и компенсационным гляциоизостатическим поднятием низовьев Вислы. Имевшая место в конце этого интервала (12,5—10,3 т.л.н.) фаза аккумуляции аллювия Вислы у Варшавы может быть объяснена только перемещением в район Плоцка осевой зоны валообразного поднятия, ранее размещавшегося у Рахува. В противном случае интенсивное врезание с участка Плоцк—Квидзын распространилось бы регрессивно и в район Варшавы. Этап слабоинтенсивного врезания Вислы у Варшавы в фазу 15—12,5 т.л.н. может быть объяснен регрессивной эрозией в результате активного врезания реки в низовьях, а фаза врезания 10,3—5 т.л.н., вероятно, возникла при распаде валообразного поднятия и регрессивном распространении эрозии.

| Р е к и    |                            | В о з р а с т ,    т ы с .    л е т |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|------------|----------------------------|-------------------------------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|            |                            | 15                                  | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |  |
| Неман      | г. Столбцы-р. Черная Ганча | ↓                                   |    |    | ↑  |    |    |   |   |   |   | ↓ |   |   |   |   |   |  |
|            | р. Черная Ганча - устье    |                                     |    |    | ↓  |    |    |   |   |   |   | ↓ |   |   |   |   |   |  |
| В и с л а  | г. Тарнобжег               |                                     | ↑  |    |    | ↓  |    |   |   |   |   | ⊕ |   |   |   |   |   |  |
|            | пос. Рахув                 |                                     | ↑  |    |    |    |    | ↓ |   |   |   |   |   |   |   | ↑ |   |  |
|            | г. Варшава                 |                                     | ↓  |    |    | ↑  |    |   |   | ↓ |   |   |   |   |   | ↑ |   |  |
|            | г. Плоцк - г. Квидзын      | ▨                                   |    |    | ↓  |    |    | ↓ |   |   | ↑ |   |   |   |   | ⊕ |   |  |
|            | дельта и Гданьская бухта   | ▨                                   |    |    |    | ↑  |    | ↑ |   |   |   | ↑ |   |   |   |   |   |  |
| Нейсе-Одра | пос. Бад-Мускау            |                                     | ↑  |    |    | ↑  |    | ↓ |   |   |   | ↑ |   |   |   | ↓ | ↑ |  |
|            | г. Франкфурт               |                                     |    |    | ↓  |    |    |   |   |   | ↑ |   |   | ↓ |   | ↑ | ↑ |  |
| Эльба      | г. Майсен                  |                                     | ↓  |    |    | ↑  |    | ↓ |   |   | ↑ |   |   | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ |  |
|            | пос. Барлебен              |                                     |    |    | ⊕  |    |    |   |   |   |   | ↑ |   |   |   |   |   |  |
|            | г. Гамбург                 |                                     |    |    | ↓  |    |    |   |   |   |   |   | ↑ |   |   |   |   |  |
| Рейн       | г. Кобленц - г. Кёльн      |                                     |    | ↑  |    | ↓  | ↑  |   |   |   |   | ↓ |   |   |   |   |   |  |
|            | г. Кёльн - г. Эммерих      |                                     |    | ↑  |    |    |    |   |   |   |   | ↓ |   |   |   |   |   |  |



Рис. 2. Схема эрозионно-аккумулятивных процессов в долинах рек Северной Европы в позднеледниковое и голоценовое время. Врезание: 1 — слабое, 2 — интенсивное; аккумуляция: 3 — слабая, 4 — интенсивная; 5 — состояние динамического равновесия; 6 — район покрыт ледником

Особенности осадконакопления в дельте Вислы и Гданьской бухте подтверждают вышеприведенные выводы о причинах развития других участков долины Вислы. В результате детальных исследований Гданьской бухты [17 и др.] обнаружилось, что поздневислинские отложения здесь представлены только ленточными глинами преимущественно молодого дриаса. Это свидетельствует об ограниченности твердого стока в поздневислинское время, чему, по-видимому, препятствовали валлообразные поднятия, развитые вначале в районе Рахува, а затем Плоцка. Лишь после начала распада Плоцкого валлообразного поднятия (10,3 т.л.н.) аккумуляция в пределах как Гданьской бухты, так и дельты Вислы [17, 18] стала более интенсивной. В это время сток со всего бассейна Вислы уже поступал к ее устью.

Несомненно, что на эрозионно-аккумулятивные процессы в речных долинах существенное влияние оказали и изменения климата в последние 15 тыс. лет, на что делают основной упор польские исследователи [19, 20 и др.]. Однако главным фактором развития долин рек Северной Европы, за исключением, возможно, лишь конца голоцена, явились, по моему мнению, гляциоизостатические движения и образованные ими валлообразные поднятия литосферы.

В пределах системы рек Нейсе — Одра ось валлообразного поднятия намечается, судя по работам немецких исследователей, в районе городов Форст и Губин. Выше по течению р. Нейсе, а также в долинах Шпре и Шварце-Эльстер в интервале 12,5—10,5 т.л.н. происходила аккумуляция. Она зафиксирована на р. Шварце-Эльстер у пос. Нимтш старичными отложениями с датировками по  $^{14}\text{C}$  в пределах 11,4—11,1 т.л.н. [21]. Скорее всего осадки террасы Загар выше пос. Бад-Мускау с высотой 12—14 м над уровнем Нейсе, образовавшиеся в результате подпора, сформировались не в поздневартинское время при навевании дюн [22], а в конце поздневислинского оледенения. В таком случае становится понятнее главный вывод Г. Шуберта [22] о древнем (довислинском) течении пра-Нейсе мимо пос. Нохтен в долину пра-Шпре. Отрезок Нейсе от г. Ротенбург до впадения в р. Одра возник, вероятно, в голоцене в результате распада валлообразного поднятия.

Напротив, в долине Одры у г. Франкфурт в поздневислинское время и в начале голоцена происходило врезание (рис. 2), интенсивность которого

увеличивалась вниз по течению. Врез достигал отметок 12 м у г. Франкфурт [23] и — 60 м в низовьях Одры [24]. Лишь в атлантическую фазу здесь началась аккумуляция тонкого терригенного и органогенного материала в связи с подъемом уровня Балтийского моря и распадом валлообразного поднятия.

К сожалению, пока еще недостаточно полно изучена история развития долины Эльбы в последние 15 тыс. лет. Поэтому мне пришлось базироваться лишь на трех участках Эльбы: ниже Дрездена (г. Майсен), ниже Магдебурга и у Гамбурга.

У Дрездена и особенно ниже по течению Эльбы нижняя вюрмская терраса отличается большой мощностью аллювия, достигающей в Цайтхайне 26—28 м [25]. Аккумуляция осадков происходила здесь до 10,3 т.л.н., причем до среднего дриаса имело место врезание [24]. Все это свидетельствует о проявлении в долине Эльбы ниже Дрездена подпора со стороны валлообразного поднятия, развившегося 12,5—10,3 т.л.н. Его осевая зона предположительно пересекала долину Эльбы от Рогаца (ниже Магдебурга) до Арнебурга. Косвенные свидетельства этого — ограниченное по площади распространение здесь вислинской террасы [26] и залегание голоценового аллювия на галечниках эемского возраста в разрезах Барлебен—Ротензее и Цербен [27] — обнаруживают уменьшение здесь мощности аллювия вислинского возраста по сравнению с долиной Эльбы ниже Дрездена. Это позволяет предполагать преобладание на Эльбе у пос. Барлебен динамического равновесия в конце вислинского ледникового в связи с близостью оси валлообразного поднятия 12,5—10,3 т.л.н. (рис. 2).

Наконец, в соответствии с результатами бурения на западной окраине Гамбурга была обнаружена глубокооврезанная (ниже — 25 м) голоценовая долина, аллювий которой залегает на вислинском аллювии. Поскольку вся толща аллювия не содержит морских отложений, следует предполагать интенсивный врез в конце вислинского межледникового и начале голоцена (рис. 2) и образование узкой долины, которая в дальнейшем при подъеме уровня Северного моря смогла заполниться аллювием Эльбы.

Валообразное поднятие в кульминационный период поздневислинского оледенения протягивалось из района пос. Рахув на Висле к Дрездену, Лейпцигу и северо-восточной части гор Гарц. К юго-западу от гор Гарц (г. Нордхаузен) в фазу 25—20 т.л.н. наблюдалась аккумуляция тонкозернистого материала вислинских террас рек Цорге и Хельме [28]. На р. Заале у г. Иена накопились осадки вислинской террасы повышенной мощности (до 10—11 м), что также, вероятно, явилось следствием подпора со стороны валлообразного поднятия в фазу 18—12,5 т.л.н.

В 1974 г. В. Тостом была опубликована диссертация о строении террас Рейна в пределах ФРГ [29]. При определении возраста террас им широко использовалось присутствие в аллювиальных отложениях туфов и пемзы, отложенных при извержении вулкана на оз. Лаахер в середине аллерёда. Кроме поймы были выделены две нижние террасы. Древняя нижняя терраса формировалась в позднеледниковое время вплоть до начала аллерёда. Об этом свидетельствуют находки туфов и пемзы в автохтонном залегании на поверхности этой террасы. В середине аллерёда в среднем течении Рейна (выше Кёльна) произошли врез и новое накопление аллювия на более низком уровне, сформировавшие нижнюю террасу.

В то же время ниже Кёльна осадки молодой террасы перекрывают отложения древней террасы (рис. 2). Отсюда следует, что Рейн в части среднего и нижнего течения в пределах ФРГ испытывал в позднеледниковые подпор, единственной причиной которого могли быть осевые зоны смещавшегося на северо-восток валлообразного поднятия.

Из района юга Нижней Саксонии осевая зона валлообразного поднятия проходила через северо-восток Нидерландов (рис. 1). Такое расположение осевой зоны подтверждается детальными исследованиями стратиграфии и па-

леогеографии голоцена северной части Нидерландов к западу от зал. Эйсселмер [30]. Крайний север этой области до 5 т.л.н. являлся сушей, подвергавшейся эрозии. К югу от области размыва располагалась болотистая равнина, вся же южная часть региона в раннем и среднем голоцене являлась областью морской седиментации. В дальнейшем, по-видимому, произошел перекокс поверхности с юго-запада на северо-восток, который наиболее логично увязать с распадом располагавшейся на северо-востоке Нидерландов осевой зоны валообразного поднятия. В связи с перекосом поверхности в фазу 5—3 т.л.н. на север проникает морской залив Берген, а нижняя часть выходит из-под уровня моря и здесь возникает болотистая прибрежная равнина.

К востоку от Вислы ось валообразного поднятия, существовавшего 14—10,3 т.л.н., прослеживается в долине р. Неман близ устья р. Черная Ганьча. Ниже по течению р. Неман в фазу 14—10,3 т.л.н. происходило интенсивное врезание в связи с понижением уровня приледниковых озер и сформировалась серия эрозионных террас с VII по I. В этот же промежуток времени на участке Немана выше устья Черной Ганьчи образовались две аккумулятивные террасы (II и I) с мощностью аллювия до 10 м. Об этом свидетельствуют палинологические данные и радиоуглеродные датировки в пределах от  $13630 \pm 100$  (ЛУ-617) до  $10870 \pm 100$  лет (Tin-137) [31]. Такое сочетание интенсивного врезания в нижнем течении Немана и аккумуляции в его среднем и верхнем течении (рис. 2) может быть объяснено только существованием валообразного поднятия в среднем течении Немана.

В соответствии с [32] осевая зона валообразного поднятия располагалась в срединной части Северного моря (рис. 1). От северного побережья Нидерландов она протягивалась на северо-запад к центральной части банки Доггер, затем постепенно поворачивала на север и проходила через банки Линч и Вайкинг к устьевой части Норвежского желоба. Такое положение осевой зоны фиксируют: серия чередующихся повышений дна Северного моря [33]; преимущественно песчано-гравийный состав современных осадков [34]; граница максимального распространения последнего вислинского оледенения и резкое изменение мощности пачки молодых морских песков, которая достигает в южной бухте Северного моря свыше 10 м и уменьшается до 0,5 м к северу от Нидерландов [34]. Следует указать также, что глубоковрезанные долины, песчаные гряды, обусловленные морскими приливами, долины, образованные в результате последнего размыва, — все эти формы располагаются по обе стороны валообразного поднятия и часто вытянуты параллельно его осевой зоне [33].

Амплитуда валообразного поднятия в южной части Северного моря может быть определена путем сопоставления кривой колебаний уровня моря в позднеледниковые и голоцене, составленной для юга Швеции [35], с аналогичной кривой для севера Нидерландов [36]. Если первый район (пролив Каттегат) в связи с отсутствием здесь валообразного поднятия не испытал в дальнейшем крупного прогибания, то север Нидерландов подвергся такому прогибанию. Поэтому полученные абс. высоты уровня моря для одного и того же времени оказались здесь существенно меньше, чем для юго-западной Швеции. Разница между абс. высотами уровня моря в этих двух районах позволяет определить постепенно уменьшающуюся амплитуду валообразного поднятия, равного 12 т.л.н. не менее 48 м, 10,3 т.л.н. — 22 м, 8,7 т.л.н. — 15 м, 8,3 т.л.н. — 10 м и 7,8 т.л.н. — 5 м.

Осевая зона более молодого валообразного поднятия (12,5—10,3 т.л.н.) отчетливо прослеживается в юго-восточной части Северного моря от побережья до банки Уайт (рис. 1). Здесь наблюдается гипсометрически более низкое расположение торфяников, образовавшихся в атлантическую фазу, по сравнению с соседними областями, что объясняется последующим опусканием осевой зоны валообразного поднятия. Его амплитуда, определенная изложенным выше способом, достигала 8,3 т.л.н. 20 м [37].

В северо-восточной части Северного моря осевая зона валообразного подня-

тия устанавливается по особенностям геоморфологии и строения позднеплейстоценовой толщи [38]. В пределах 60—61° сев. широты осевая зона захватывала центральную часть Североморского плато и пересекала устьевую часть Норвежского желоба между 61 и 63°. На плато обнаружен пляж, погруженный в настоящее время до глубины 150 м [38]. Поскольку уровень Мирового океана 11,5 т.л.н., когда образовался пляж, составлял около —40 м [35], то амплитуда погружения в результате распада валообразного поднятия равна 110 м.

Проследить место ответвления осевой зоны валообразного поднятия, окружавшего в позднеледниковье Британский ледниковый покров, пока удастся лишь предположительно: на участке долины Рейна при его повороте на запад на границе Нидерландов и ФРГ. Далее, в расположенном к северу от п-ова Котантен отрезке пролива Ла-Манш Г. Келловей и др. [39] обнаружили границу узких долинообразных переуглублений дна, лишенных рыхлых осадков к западу от п-ова Котантен и заполненных осадками к северу-востоку от него. Эта особенность строения интерпретируется мной как результат подпора со стороны валообразного поднятия. Подпор обусловил интенсивное накопление аллювия рекой, текшей в максимум поздневислинского оледенения из осушенной области Северного моря через проливы Па-де-Кале и Ла-Манш к Атлантическому океану.

Около 12,5 т.л.н. осевая зона валообразного поднятия, по-видимому, сместилась на северо-запад к району Норфолькских банок (рис. 1). Об этом свидетельствуют: широкое распространение здесь остаточных гравелистых отложений [34]; серия линейных песчаных гряд, разделяющих долинообразные углубления: Аутер силвер пит на севере и Глубоководный канал, протянувшийся к проливу Па-де-Кале [33]; наконец, конфигурация береговых линий 9, 8, 7 и 8,3 т.л.н. [36].

Южное побережье Балтийского моря соответствует зоне современного максимального опускания севера Европы со скоростью 3—1 мм/год (рис. 1) [36, 40 и др.]. Она, по-видимому, совпадает с осью наиболее молодого валообразного поднятия, располагавшегося вдоль этой линии в середине и конце голоцена.

В заключение обзора валообразных поднятий следует отметить следующее. На основании теоретических построений и расчетов амплитуды гляциоизостатического поднятия Фенноскандии в поздневислинское время в результате таяния последнего ледникового щита Н. А. Мёрнер [41] вычертил серию изобаз амплитуд поднятий Фенноскандии и прогибаний смежных областей. При этом расположение изобазы максимального прогибания в 170 м, окаймляющей Фенноскандию в виде эллипса, оказалось весьма близким к размещению зоны максимального валообразного поднятия 18—12,5 т.л.н. (рис. 1). Тем самым теоретический прогноз, основанный на многолетнем изучении гляциоизостазии, оказался весьма близок к реальному размещению осевой зоны максимального валообразного поднятия, хотя его амплитуда в разных сегментах, по-видимому, была различной.

С целью обсуждения возможного воздействия плейстоценовых валообразных поднятий на распределение современных залежей нефти и газа мною на карту осевых зон валообразных поднятий были нанесены месторождения нефти и газа Центральноевропейского нефтегазоносного бассейна (рис. 3) [42, 43]. В результате сопоставления оказалось, что большинство выявленных к настоящему времени крупнейших месторождений нефти и газа совпадают или близки к расположению осевых зон валообразных поднятий в этапы 18—12,5 и 12,5—10,3 т.л.н.

Так, например, такие месторождения нефти, как Статфьорд, Брент, Найниан, Брэ, Фортис, Вест Экофиск, Экофиск, Элдфиск, и газа — Фригг и Слохтерен (месторождение-гигант) расположены в пределах осевой зоны валообразного поднятия 18—12,5 т.л.н., а нефтяное месторождение Пайпер — на западном

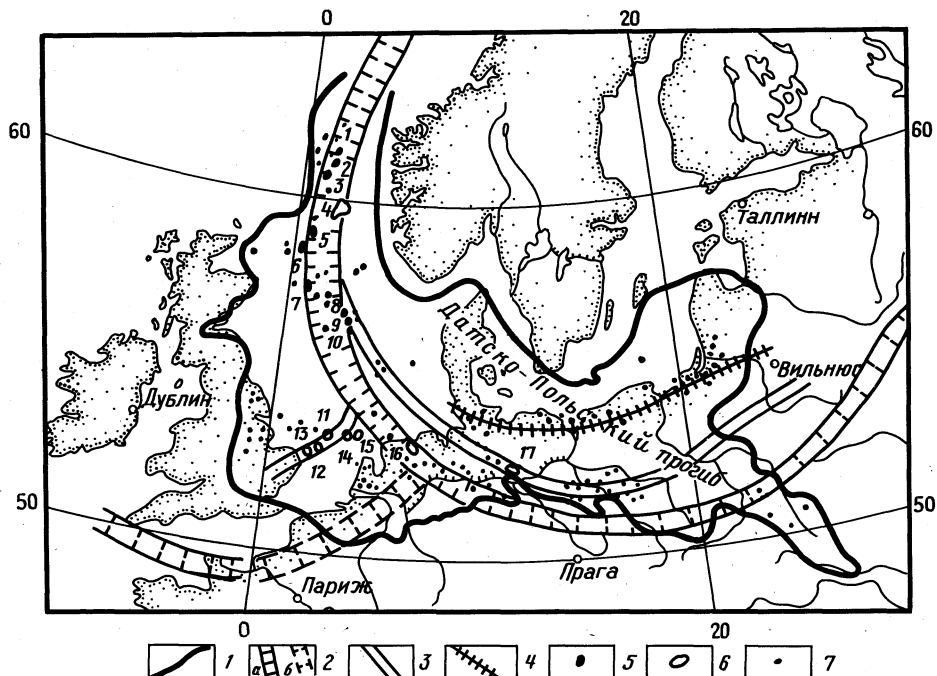


Рис. 3. Карта сопоставления нефтяных и газовых месторождений Центральноевропейского нефтегазоносного бассейна и осевых зон валообразных поднятий в конце валдайского оледенения

1 — граница Центральноевропейского нефтегазоносного бассейна; осевые зоны валообразных поднятий, развивавшихся: 2 — 18—12,5 т.л.н. (а — установленные, б — предполагаемые), 3 — 12,5—10,3 т.л.н.; 4 — ось максимального современного прогиба; крупнейшие месторождения: 5 — нефти (> 100 млн. т.: 1 — Статфьорд, 2 — Brent, 3 — Найниан, 5 — Брэ, 6 — Пайпер, 7 — Фортис, 8 — Вест Экфиск, 9 — Экфиск, 10 — Элдфиск), 6 — газа (> 100 млрд. м³: 4 — Фригг, 11 — Индифэтигейбл, 12 — Леман, 13 — Хьюитт, 14 — К/13; 15 — L/10—L/11, 16 — Слохтерен, 17 — Зальцведель-Пеккензен); 7 — менее крупные месторождения нефти и газа

склоне этого поднятия вблизи от осевой зоны. Крупнейшие газовые месторождения Индифэтигейбл, Леман и Хьюитт размещены в пределах осевой зоны 12,5—10,3 т.л.н. Крупнейшее газовое месторождение Зальцведель-Пеккензен в ГДР приурочено к осевой зоне валообразного поднятия 12,5—10,3 т.л.н. Другие менее крупные месторождения также чаще всего располагаются в пределах выделенных мною осевых зон валообразных поднятий или вблизи от них (рис. 3).

Таким образом, следует констатировать возможную связь крупнейших месторождений нефти и газа с расположением валообразных поднятий в конце валдайского ледникового на севере Европы.

На первый взгляд этот вывод является неожиданным, поскольку мы привыкли считать процесс образования нефти и газа весьма длительным, растянутым на десятки и сотни миллионов лет. И тем не менее совпадение пространственного расположения нефтяных и газовых месторождений и валообразных гляциоизостатических поднятий, а также выводы о приуроченности распределения повышенных запасов нефти и газа к широтам, совпадающим с периферийными областями плейстоценовых оледенений [44, 45], дают основание ставить вопрос о возможной связи этих явлений природы. Пока еще трудно оценить относительную роль валообразных поднятий, поскольку мы еще не научились достаточно точно определять время попадания нефти и газа в ловушку. Что же касается длительности воздействия валообразных поднятий на структуру верхних слоев Земли, тут следует учесть не только данные об относительной кратковременности



формирования месторождений нефти и газа [46, 47 и др.], но и многократную повторяемость валообразных поднятий при оледенениях в плейстоцене.

Следует также учесть, что, по расчетам В. П. Царева [45], при одном цикле отступления и наступания ледников запасы УВ на территории, перекрытой толщей льда, уменьшались приблизительно на 10%, а на участках, прилегающих к периферии покрова, увеличивались на эту величину. Таким образом, за 8 ледниковых циклов плейстоцена количество перераспределенных нефти и газа на этих территориях могло достигнуть 50—60%.

Мне представляется, что главной причиной формирования нефтяных и газовых залежей в области Северного моря и на севере Нидерландов явились благоприятные для нефтегазонакопления литологические и геолого-структурные условия. Однако валообразные поднятия также, возможно, повлияли на характер распределения УВ данной территории. Выяснение относительной роли различных факторов нефтегазонакопления — дело будущих исследований. Во всяком случае, если намеченная в данной работе связь между расположением валообразных поднятий и пространственным распределением залежей нефти и газа будет в дальнейшем подтверждена, то это позволит к выработанным уже критериям для поисков нефти и газа добавить принципиально новый поисковый признак.

Обнаруженные в ГДР, Польше и Советской Прибалтике месторождения нефти и газа концентрируются в пяти основных регионах: вдоль побережья Балтийского моря по обе стороны от устья р. Одра; в Калининградской обл., в Альтмарке, в Предсудетской области вдоль рек Нейсе, Одра и Варта, а также в Люблинско-Львовской области (рис. 3) [43]. Из них часть месторождений расположена близко от осевых зон валообразных поднятий или совпадает с ними (Люблинская обл., Предсудетская обл. и Альтмарк). Серия северных месторождений нефти и газа располагается в непосредственной близости от оси современного максимального прогибания севера Европы или к северу от нее. Таким образом, и здесь наблюдается близость в расположении осевых зон валообразных поднятий и выявленных к настоящему времени месторождений нефти и газа.

Это дает возможность рекомендовать при дальнейшем планировании геолого-геофизических исследований на нефть и газ в Польше обратить особое внимание на изучение участка Датско-Польского прогиба в районе его пересечения валообразным поднятием у г. Плоцк (на р. Висла) и непосредственно к северо-западу от этого пересечения. Данный участок Датско-Польского прогиба отличается большой мощностью осадочного чехла, достигающей местами 8—10 км. Обнаружение здесь локальных поднятий или неантиклинальных ловушек, и в частности рифов, при благоприятных литологических особенностях толщи может свидетельствовать о перспективной нефтегазонаосности.

Такая рекомендация подкрепляется недавно появившимися данными о поисках нефти и газа в пределах зоны глубинных разломов по линии Тейссейра — Торнквиста [48]. При бурении в 1982 г. скважины Унислав ИГ I к северо-западу от г. Торунь были получены притоки нефти из известняков верхнего девона и газа из песчаников красного лежа нижней перми.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shaler N. S. Preliminary report on the Recent changes of level on the coast of Maine: with reference to their origin and relation to other similar changes // Mem. Boston Soc. Nat. Hist. 1874. V. 2. P. 321—340.
2. Nansen F. The strandflat and isostasy. Oslo, 1922. 350 p.
3. Farrand W. R. Postglacial isostatic rebound // The encyclopedia of geomorphology. New York: Reinhold book corporation, 1968. P. 884—888.
4. Newman W. S., Fairbridge R. W., March S. Marginal subsidence of glaciated areas: United States, Baltin and North seas // Etudes sur le quaternaire dans le mond. VIII Congrès INQUA. Paris, 1971. P. 795—801.

5. Былинский Е. Н. Речная сеть равнин и плоскогорий древних платформ докембрийской складчатости. Северные и северо-восточные районы Русской равнины // Морфоструктурный анализ речной сети СССР. М.: Наука, 1979. С. 227—239.
6. Mary G. Rôle probable de l'isostasie dans les modalités de la transgression Holocene sur la côte atlantique de l'Europe et de l'Afrique // Bull. Assoc. franc. pour l'étude Quaternaire. 1982. T. 1. P. 39—45.
7. Anderson R. C. Reconstruction of preglacial drainage and its diversion by earliest glacial forebulge in the upper Mississippi Valley region // Geology. 1988. V. 16. № 3. P. 254—257.
8. Былинский Е. Н. О глобальном проявлении гляциозостази в платформенных областях Земли в плейстоцене // Геоморфология. 1985. № 1. С. 22—36.
9. Архипов С. А., Панычев В. А. Террасы долины Оби // Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения. Новосибирск: Наука, 1980. С. 42—66.
10. Evolution of the Vistula river valley // Geogr. Stud. Inst. Geogr. and Spat. Organiz. Pol. Acad. Sci. Spec. Is. 1982. № 1. 169 p.
11. Mycińska-Dowgiałło E. Rozwój doliny świetle badań z okolic Tarnobrzega // Przegląd geograficzny. 1972. V. 44. P. 73—83.
12. Falkowski E. The pattern of changes in the middle Vistula valley floor // Geogr. Stud. Inst. Geogr. and Spat. Organiz. Pol. Acad. Sci. Spec. Is. 1982. № 1. P. 79—82.
13. Biernacki Z. Holocene and Late Pleistocene alluvial sediments of the Vistula river near Warsaw // Biul. geol. 1975. V. 19. P. 199—217.
14. Sarnacka Z. Age revision of the Warsaw proglacial lake in the Warsaw region. // Biul. Inst. geol. 1982. № 343. P. 59—70.
15. Drozdowski E., Berglund B. E. Development and chronology of the lower Vistula River valley, North Poland // Boreas. 1976. V. 5. № 2. P. 95—107.
16. Wisniewski E. The geomorphological evolution of the Vistula river valley between Włocławek and Ciechocinek during the last 15000 years // Geogr. Stud. Inst. Geogr. and Spat. Organiz. Pol. Acad. Sci. Spec. Is. 1982. № 1. P. 93—108.
17. Ejtminowicz Z. Submarine delta of the Wisla River in the Gulf of Gdansk. // Baltica. 1982. V. 7. P. 65—74.
18. Mojski J. E. Geological section across the Holocene sediments in the northern and eastern parts of the Vistula Deltaic plain // Geogr. Stud. Inst. Geogr. and Spat. Organiz. Pol. Acad. Sci. Spec. Is. 1982. № 1. P. 149—169.
19. Falkowski E. Variability of channel processes of lowland rivers in Poland and changes of the valley floors during the Holocene // Biul. Geol. 1975. V. 19. P. 45—78.
20. Kozarski S. The Holocene generation of paleomeanders in the Warta River valley, Great Polish lowlands // Geol. Jahrb. Ser. A. 1983. № 71. P. 109—118.
21. Ceppek A. C. Geologische Ergebnisse der ersten Radiokarbondatierungen von Interstadialen im Lausitzer Urstromtal // Geologie. 1965. B. 14. H. 5/6. S. 625—657.
22. Schubert G. Aufschlussbefunde zu einer jungpleistozänen Laufverlegung der Lausitzer Neiße (Nochthener Nei elauf) und zur Terrassengliederung // Z. geol. Wiss. 1977. B. 7. H. 4. S. 463—477.
23. Hannemann N. Neue Beobachtungen zur Entstehung und Entwicklung des Berliner Urstromtals zwischen Fürstenwalde (Spree) und Fürstenberg (Oder) // Geologie. 1961. B. 10. № 4/5. S. 418—434.
24. Brose F., Präger F. Regionale Zusammenhänge und Differenzierung der holozänen Flussgenese im nordmitteleuropäischen Vergleichserschungsgebiet // Petersmanns geogr. Mitt. 1982. Ergänzungsblatt 282. S. 164—175.
25. Präger F. Quartäre Bildungen in Ostsachsen // Abh. staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, 1976. B. 25. S. 125—217.
26. Kłafs G. Die Formen der glazialen Akkumulation und Erosion im Ohregebiet und ihre Gliederung. // Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat. R., 1963. B. 12. № 4. S. 337—370.
27. Steiner U., Steiner W. Zur Stratigraphie der quartären Elbeschotter nördlich von Magdeburg // Geologie. 1963. B. 12. S. 316—327.
28. Steinmüller A. Die holozänen Sedimente im mittleren Saaletal und zu Fragen der junghistorischen fluvialen Vorgänge in den Tälern der Mittelgebirgsschwelle // Geologie. 1971. B. 20. № 10. S. 1111—1131.
29. Thoste V. Die Niederterrassen des Rheins vom Neuwieder Becken bis in die Niederrheinische Bucht // Diss. Univ. Köln. Köln, 1974. 130 S.
30. Milder F. F., de Bosch I. H. Holocene stratigraphy, radiocarbon dating and paleogeography of central and northern North Holland (the Netherlands) // Nederland, Geologische dienst. Mededelingen. N. S. 1982. V. 36—3. P. 111—160.
31. Вознячук Л. Н., Вальчик М. А. Морфология, строение и история развития долины Немана в неоплейстоцене и голоцене. Минск: Наука и техника, 1978. 211 с.
32. The Quaternary history of the North sea // Acta Univer. Upsaliensis. 1979. № 2. 248 p.
33. Eisma D., Jansen J. H., van Weering T. C. Sea-floor morphology and recent sediment movement in the North sea // Acta Univer. Upsaliensis. 1979. № 2. P. 217—231.
34. Jansen J. H., van Weering T. C., Eisma D. Late Quaternary sedimentation in the North sea // Acta Univer. Upsaliensis. 1979. № 2. P. 175—188.
35. Mörrer N.-A. The northwest European «Sea-level laboratory» and regional Holocene eustasy // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1980. V. 29. № 3, 4. P. 281—300.

36. *Jelgersma S.* Sea-level changes in the North sea basin // *Acta Univer. Upsaliensis.* 1979. № 2. P. 233—248.
37. *Ludwig G., Müller H., Streif H.* New dates on Holocene sea-level changes in the German bight // *Spec. Publ. int. Assoc. Sediment.* 1981. V. 5. P. 211—219.
38. *Rise L., Rokoengen K.* Surficial sediments in the Norwegian sector of the North sea between 60°30' and 62°N // *Mar. Geol.* 1984. V. 58. № 3, 4. P. 287—317.
39. *Kellaway G. A., Redding J. H., Shephard-Thorn E. R.* The Quaternary history of the English Channel // *Phil. Trans. Roy. Soc. London.* 1975. V. A279. № 1288. P. 189—216.
40. *Якубовский О. В.* Уточненная карта вертикальных движений земной коры побережья Балтийского моря // *Современные движения земной коры.* № 5. Тарту, 1973. С. 72—78.
41. *Mörner N.-A.* The Fennoscandian uplift and Late Cenozoic geodynamics: geological evidence // *Geojournal.* 1979. V. 3. P. 287—318.
42. Геология континентального шельфа Северо-Западной Европы. М.: Недра, 1978. 324 с.
43. Нефтегазоносные бассейны социалистических стран Европы и Республики Куба. М.: Изд. отдел Управл. делами Секретариата СЭВ, 1981. 400 с.
44. *Трофимчук А. А., Черский Н. В., Царев В. П., Соловьев А. А.* Влияние оледенения на распределение запасов углеводородов в земной коре // *Докл. АН СССР.* 1974. Т. 218. № 2. С. 434—437.
45. *Царев В. П.* Особенности формирования, методы поиска и разработки скоплений углеводородов в условиях вечной мерзлоты. Якутск: Якутское кн. изд-во, 1976. 213 с.
46. *Леворсен А.* Геология нефти и газа // *Тр. заруб. ученых по геол., геофиз. и геохим.* Т. 22. М.: Мир, 1970. 638 с.
47. *Высоцкий И. В.* Скорость и продолжительность формирования залежей нефти // *Время формирования залежей нефти и газа.* М.: Наука, 1976. С. 283—290.
48. *Witkowski A.* Prospects of search for hydrocarbons in the Northern part of the Teisseyre-Tornquist zone in Poland // *Bull. Pol. Acad. Sci.: Earth Sci.* 1985. V. 33. № 1, 2. P. 31—45.

ЦИНИГРИ

Поступила в редакцию  
26.V.1989

# **SWELL-LIKE LITHOSPHERIC UPLIFTS DUE TO GLACIO-ISOSTASY AND THEIR PROBABLE INFLUENCE ON OIL AND GAS DEPOSITS LOCATION IN THE NORTH OF EUROPE**

E. N. BYLINSKY

## **Summary**

Glacio-isostatic swells are outlined which developed during the last stages of the Valdai glaciations round the periphery of the European ice sheets. Their axial zones have been proved to match to location of oil and gas deposits within the Central European oil field. A possibility is considered of the swells' control over oil and gas deposits distribution; practical conclusions are drawn.

УДК 551.4

**Г. Ф. УФИМЦЕВ**

# **СИММЕТРИЯ МЕГАРЕЛЬЕФА ЗЕМЛИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ГЛОБАЛЬНОГО МОРФОГЕНЕЗА**

Симметрия — это повторяемость элементов сложного объекта, которые совмещаются друг с другом благодаря некоторым преобразованиям; это, следовательно, порядок (закон) [1—7 и др.]. Учение о симметрии представляет исследователю универсальный аппарат для изучения, точного и одновременно краткого описания существенных и устойчивых свойств структуры наблюдае-