

## О СИСТЕМАТИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Н.В. Соколова<sup>1</sup>, И.А. Миртова<sup>2</sup>

1 – ИПНГ РАН; 2 – Московский государственный университет  
геодезии и картографии, г. Москва

Проблема выявления непрерывной динамики и естественных (независимых от антропогенного фактора) качественных и количественных преобразований природных объектов (рек, озер, болот, лесов и др.), а также учета этой информации в практической деятельности при определении пределов антропогенного воздействия на природную среду становится все более актуальной.

*В этой связи необходимо в процессе исследования динамики природных и природно-антропогенных объектов рассматривать их в условиях непрерывно действующих, сменяющих друг друга во времени противоположных процессов усиления сноса и усиления накопления вещества.*

Как показывают исследования [1-5], в природе функционирует закономерная и целостная система взаимосвязей противоположных относительно независимых (параллельных) изменяющихся (ослабевающих или усиливающихся) потоков вещества разного ранга, функционирующих непрерывно в трехмерном пространстве и определяющих динамику базисов эрозии. Вещество в виде объектов и явлений служит при этом индикатором этих взаимосвязей потоков. В связи с непрерывной динамикой базисов эрозии действуют противоположные процессы усиления сноса (когда базис эрозии потока опускается, усиливаются приток и еще более - отток вещества) и усиления накопления (когда базис эрозии поднимается, ослабляются приток и отток вещества). В этих условиях необходимо учитывать, что все природные объекты непрерывно изменяются в определенных пределах.

В настоящее время накоплен огромный материал об их преобразованиях во времени и в пространстве [1-2, 6-11].

Изучение пределов изменений природных объектов, явлений, условий и ресурсов в беспрерывном движении во времени и в пространстве позволяет раскрыть контрасты в естественном ходе развития природы районов, познать их сущность и рационально использовать эти знания в практической деятельности. При этом каждый природный

объект является частью определенной цепочки пространственно-временных зональных преобразований [1].

Например, в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины в соответствии со схематической картой хода развития природы [2] выделяются: прогрессивно; удовлетворительно; слабо дренирующиеся участки лесов и болот; прогрессивно заболачиваемые участки лесов и прогрессивно переувлажняющиеся участки болот. Для каждой выделенной группы лесов и болот разработаны свои наборы четких индикационных признаков. В первую очередь здесь учитывается не морфология, а динамика природных объектов, их непрерывное преобразование. К примеру, болото само по себе не является признаком развития процессов усиления аккумуляции, оно может стать реликтом и начать активно осушаться. В условиях усиления аккумуляции в пределах современных заболоченных водораздельных территорий разных природных зон выявляются следы русел былых рек, захороненных под торфяниками речных долин. При усилении процессов денудации на этой территории болота начнут деградировать и в определенной мере восстанавливаются русла активных водотоков. Полученные данные о динамике природы были использованы при выявлении и обустройстве нефтегазовых месторождений [1, с. 4].

В одном и том же пространстве процессы усиления сноса (при понижении базиса эрозии потоков) не способны действовать бесконечно во времени, они обязательно периодически (при повышении базиса эрозии потоков) сменяются процессами усиления накопления вещества [3–5].

Соответственно, в таких условиях пределы преобразований природных объектов зависят от определенной динамики базисов эрозии конкретных потоков, и, естественно, от действия противоположных процессов усиления сноса и усиления накопления. Так, например, известно, что при усилении аккумуляции на начальной стадии заболачивания лесных массивов развиваются эвтрофные, затем мезотрофные болота. Болотный массив за период действия процессов аккумуляции может сформироваться как до стадии эвтрофного, мезотрофного, так и олиготрофного. Далее, при активизации процессов денудации, это болото будет осушаться зачастую в другой системе дренирующих водотоков и может постепенно превратиться (через рям – авангард тайги) в лесное насаждение, разумеется, с другими (по отношению к начальному состоянию до заболачивания) таксационными показателями. Таким образом, лесное насаждение при

усилении процессов аккумуляции переходит в болото через рям – арьергард тайги, а верховое болото при усилении процессов сноса преобразуется в лесное насаждение через рям – авангард тайги [1].

Все происходящие непрерывные изменения природных объектов имеют четкие дешифровочные признаки на материалах аэро- и космической фотосъемки. При этом необходимо понимать, что в период между повторными съемками ход развития природы может измениться кардинальным образом: процессы усиления сноса сменяются процессами усиления накопления и наоборот.

На рис. 1 представлены фрагменты аэрофотоснимка (а) и космического снимка (б), полученные с интервалом свыше 60 лет. На них изображен один и тот же район лесоболотной зоны Западной Сибири, зафиксированы участки рьяма – авангарда тайги (1), изменяющиеся в условиях активного дренирования, и рьяма – арьергарда тайги (2), развивающихся в противоположных условиях усиления аккумуляции. За период между съемками ход развития природных объектов не изменился. При сравнении одновременных фотоизображений одних и тех же объектов на фрагменте космического снимка зафиксировано увеличение площадей рьямов-авангардов тайги (1) на рис. 1(а).

На фрагментах аэрофотоснимка и космического снимка (рис. 2а, б) изображен участок, для которого характерно усиление процессов аккумуляции. Зафиксировано чередование достаточно широких (полосы черного фототона) и относительно узких (тонкие полоски черного фототона) участков русла стареющей реки (2). На фрагменте космического снимка той же территории (рис. 2б) выявляется увеличение неоднородности соседних участков русла: еще большее расширение первых и сужение вторых. Увеличение неоднородностей в конечном итоге приводит к деградации потока, формированию цепочки, на первый взгляд, не связанных друг с другом озер.

На рис. 2б (см. также рис. 2а) зафиксированы изменения направлений потоков и, соответственно, процессов дренирования территории. Отображена цепочка вторичных озер (4), которые сформировались на месте бывшего водотока, впадающего в озеро (1). Сейчас эти вторичные озера уже активно осушаются речкой (3) противоположного, по отношению к (5), направления. Речка (5) имеет все признаки отмирания, это подтверждает и более поздний космический снимок (рис. 2б). В условиях достаточно длительного по времени мощного усиления процессов заболачивания, вследствие подъема базиса эрозии

речки (5) идет деградация уже озера (1). Озерная котловина (1), которая ранее осушалась водотоком (5), сейчас переполняется водой, местами зарастает болотной растительностью.

На рис. 3а, б зафиксирован еще более активный процесс усиления аккумуляции, без выраженных признаков процессов дренирования территории. Отображена озерная котловина (1), переполняющаяся водой (на рис. 3а – черный фототон). На фрагменте космического снимка (рис. 3б) выявляется увеличение площади сплавин (4), перекрывающих водную поверхность озера (1). На месте водотоков, участвующих когда-то в осушении озерной котловины (1), в настоящее время размещаются лишь цепочки вторичных озер (3) в пределах болота (2).

При дальнейшем усилении процессов аккумуляции в пределах бывшей озерной котловины развивается верховое болото. При этом границы озерных котловин могут сохраняться, а могут исчезнуть. И в том, и в другом случаях формируются верховые болота.

Олиготрофное болото, по данным одного из известнейших ученых–болотоведов Е.А. Галкиной [12], имеет очень характерное морфологическое строение: несколько возвышенная, относительно переувлажненная центральная часть, зачастую занятая вторичными озерами, и окружающий ее склон, на котором развиваются рямовые сосняки, разделенные болотными стоками с ориентированными определенным образом грядово-мочажинными комплексами.

*Как показывают исследования, в трехмерном пространстве в системе непрерывных потоков вещества присутствуют максимум три относительно независимые (с люфтом 45 градусов) плоскости движений: одна вертикальная и две горизонтальные. С учетом этого непрерывное изменение конкретного природного (или природно-антропогенного) объекта (или его части) в определенный момент времени необходимо изучать в трехмерном пространстве, так как каждый из таких объектов развивается (расширяется или деградирует) либо преимущественно в вертикальной плоскости, либо преимущественно в одной из ортогональных горизонтальных плоскостей движений вещества.*

*Исходя из вышеизложенного следует, что главным принципом систематизации естественных непрерывных преобразований природы должно быть разделение всех природных и природно-антропогенных объектов по признаку развития их преимущественно в вертикальной плоскости или преимущественно в горизонтальных*

*плоскостях с учетом динамики базиса эрозии, в условиях действия противоположных процессов усиления сноса и усиления накопления вещества разного ранга.*

Реки являются звеньями единой системы непрерывных независимых потоков вещества разного ранга. Они сами и их притоки разного уровня могут активизироваться при понижении базиса эрозии, усилении процессов сноса (омолаживающиеся реки), или ослабевать при повышении базиса эрозии, усилении процессов аккумуляции (деградирующие реки). Также реки могут смещаться в плане, двух ортогональных плоскостях движений [1].

Типичными представителями развития преимущественного в двух ортогональных горизонтальных плоскостях движений являются омолаживающаяся река, осушающиеся омолаживающейся рекой и ее притоками озерные котловины, болота и насаждения.

Типичными представителями изменения преимущественно в вертикальной плоскости движений являются деградирующие реки, переполняющиеся и увеличивающиеся по площади водной поверхности, заболачивающиеся озерные котловины, болотные массивы, развивающиеся в границах озерных котловин (осушающихся и переувлажняющихся).

При систематизации непрерывных естественных преобразований природных объектов целесообразно выделить два уровня.

*Первый, более глубокий уровень естественных преобразований* – кардинальные изменения природных объектов (с их заменой), когда изменяется превалирующая плоскость движений (либо горизонтальная, либо вертикальная). К примеру, река замещается цепочкой не связанных друг с другом озер, проточное озеро замещается болотным массивом и др.

*Второй уровень естественных преобразований* природных объектов охватывает колебания режимов развития одного и того же объекта (без его замены другим природным объектом) в диапазоне действия противоположных процессов усиления сноса и усиления накопления вещества. Например, отмирающая река  $\Leftrightarrow$  омолаживающаяся река; переполняющаяся озерная котловина  $\Leftrightarrow$  осушающаяся озерная котловина; переувлажняющееся болото  $\Leftrightarrow$  осушающееся болото; переувлажняющееся насаждение  $\Leftrightarrow$  осушающееся насаждение. На этом же уровне преобразований происходит смещение частей объектов в горизонтальной плоскости, но без кардинального изменения последних (без превращения в другие объекты).

В условиях действия единой системы непрерывных движений вещества разного ранга с различными показателями направлений, ширины, длины, глубины, ориентировки и т. д. каждый поток – это совокупность узлов сочленения его с активными притоками разного ранга. В пределах данных узлов размещаются их базисы эрозии [5]. Области данных узлов реки могут развиваться в вертикальной плоскости в двух режимах: в процессе поднятия (при повышении базиса эрозии) или в процессе опускания (при понижении базиса эрозии потока). Эти движения зависимы от перетока преимущественно в горизонтальной плоскости. Если конкретный узел поднимается, но движения по горизонтали все же превалируют, то развиваются заболоченные долины рек (см. (1) на рис. 1а), если движения по вертикали превалируют – развивается уже верховое грядово-мочажинное болото с комплексом собственных болотных стоков (см. (2) на рис. 1а). Если узел сочленения потоков погружается, но движение по горизонтали все же превалирует, то развивается обширная зона затопления в области данного узла (постоянная – см. пример с узлом Припять – Днепр (рис. 4), либо – периодическая, которая, например, наблюдается в области узла сочленения Амура и Уссури).

Рассмотрим характер современных кардинальных преобразований природных объектов (их частей) на примере цепочки изменений: участок реки  $\Leftrightarrow$  озерная котловина  $\Leftrightarrow$  болото при переходе движений (потоков вещества) из преимущественно горизонтальной плоскости – в преимущественно вертикальную. В частности, идет преобразование участка реки в цепочку заболачивающихся озерковых котловин.

Современная река Каширка в Московской области (рис. 5) относительно давно изменяется в условиях усиления процессов аккумуляции, о чем, по словам очевидцев, свидетельствовало широкое развитие бочагов (в зонах погружающихся узлов сочленения данного транзитного потока с активными притоками). К расширенным участкам речного русла тяготели зоны выхода ключей (последние издавна обсаживали ивами). В то время горизонтальный переток чистой воды был превалирующим. Люди заботились о данной реке, своевременно прочищали ее русло, тем самым поддерживали режим преимущественно горизонтального перетока воды. На старинных картах река Каширка отображена без признаков деградации. После 1917 года экологических мероприятий на этом природном объекте не проводилось. На данный момент времени развитие части реки Каширки близ Михнево кардинально изменилось, собственно, это уже цепочка заболачивающихся небольших озерных котловин, очень слабо связанных друг с другом

(см. рис. 5). Горизонтальный переток в таких условиях минимальный. Если в ходе прежнего развития реки зоны узлов сочленения потоков (в пределах бочагов) погружались, способствуя появлению ключей, то сейчас эти узлы поднимаются, что способствует заболачиванию бывших бочагов. Подобный ход развития реки свидетельствует об изменении тенденции ее преобразования – из преимущественно горизонтальной плоскости – в преимущественно вертикальную плоскость движений.

С учетом того, что каждый непрерывный транзитный поток воды, в том числе и река, представляет собой совокупность узлов сочленения его с активными противоположными притоками разного ранга [5], озерная котловина как объект начинает развиваться тогда, когда в конкретном узле происходит локальное понижение базиса эрозии, большее, чем в последующем узле (по ходу транзитного потока).

В результате усиливается процесс аккумуляции, в зоне узла сочленения потоков на дне реки наблюдается увеличение области действия воронки, вблизи данного узла идет накопление неоднородностей русла реки (развитие меандров, параллельные протоки, чередование резких озероподобных расширений и сильных сужений русла).

В итоге трансформаций русла реки и постепенной ее деградации в условиях преобладающего погружения отдельных узлов сочленений транзитного потока с активными притоками формируются цепочки изолированных озер (см. (4) на рис. 2б).

Такие озера, как правило, имеющие почти круглую форму, слабую связь друг с другом, начинают развиваться в режиме усиливающихся вертикальных (с люфтом  $45^\circ$ ) потоков вещества из недр и в недра Земли.

При усилении вертикальной составляющей в недра Земли (погружении узла сочленения потоков в озерной котловине) увеличивается глубина озер, фиксируются разноуровневые уровни береговой линии (что не связано с усилением дренирования в горизонтальной плоскости), процесс погружения может захватывать и прибрежные участки. В результате формируются провалы в земле, своеобразные «дыры», пещеры. Вода из озерных котловин, попадающих в такой режим развития, уходит в глубь Земли, по словам очевидцев, буквально на глазах.

При кардинальном изменении направления потоков на обратное (из недр Земли) узел сочленения потоков в пределах озерной котловины начнет подниматься, и она будет переполняться водой, а затем зарастать болотной растительностью. Если же на этапе переполнения озерной котловины и формирования болота усилятся процессы сноса

вещества по горизонтали и эти объекты начнут осушаться, то режим преобразования природных объектов изменится, начнется преобразование болота в лесное насаждение, четкие границы озерной котловины при этом деградируют.

При сохранении же превалирующего действия вертикальной составляющей, вовлечении в процесс воздымания прибрежных территорий в данном месте может сформироваться выброс вещества из земных недр. В таком случае может реализоваться газовый выброс с формированием кратера (своеобразной «дыры» с обваловкой). Однако такая «дыра» принципиально отличается от вышерассмотренной «дыры», которая образуется при погружении узла сочленения потоков. Именно такие «дыры» второго (условно) типа были относительно недавно зафиксированы на Ямале и на Таймыре. Они связаны с процессом дегазации Земли.

Результат при этом может быть разным: либо периодические сбросы газа при сохранении границ заболоченной озерной котловины, либо деградация болота и формирование периодически действующего вулкана в рамках границ бывшей озерной котловины или области действия конкретного узла сочленения потоков (транзитного и его активного притока). В качестве примера последнего можно привести цепочки потухших (лучше сказать: периодически активизирующихся) вулканов в Центральном Массиве во Франции. Здесь в процессы подъема узлов и дегазации было вовлечено несколько узлов сочленений потоков, которые когда-то формировали русло древней реки.

Периодические же выбросы газа при сохранении границ заболоченной озерной котловины можно наблюдать в Шатурском районе Подмосковья [11].

В пределах переувлажняющейся водораздельной площади рр. Москвы и Клязьмы (Мещерская низменность) функционирует целая группа озер, развивающихся длительное время в условиях относительного усиления вертикальной и ослабления горизонтальной составляющих движений. Хотя у каждого из них имеются возможности для подключения в любой момент к системе перетоков вещества разного ранга по горизонтали (о чем свидетельствуют их формы, особенности береговой линии, прибрежные обстановки).

В силу своего морфологического строения каждое верховое болото имеет четкую локализацию. Водораздельные торфяники Шатурского района Московской области в основном приурочены к озерным котловинам [13].

Так, например, многие озера естественного происхождения на территории болота «Радовицкий мох» очень быстро изменяются, мелеют. Два озера (Бол. и Мал. Микино,

рис. 6) в Шатурском районе Московской области (Мещерская низменность), существовали только до начала 1980-х гг., а ныне они затянулись сфагновой сплавной и превратились в верховые болота [14].

На топографических картах, составленных до начала 1980-х гг., данные природные объекты показаны как полноценные озера. На космических снимках 2011 и 2014 гг. эти озерные котловины уже фиксируются как участки, заросшие болотной растительностью (см. рис. 6). Дальнейший этап их преобразования в условиях отсутствия оттока воды по горизонтали – формирование грядово-мочажинных комплексов, а далее возможно вовлечение их в процесс дегазации Земли.

При активном развитии выпуклых торфяников создаются условия для формирования относительно небольших газовых скоплений в недрах Земли и периодического сброса газов.

Известно, что из недр Земли в атмосферу поступает колоссальное количество метана и водорода. Процессы дегазации Земли активно изучаются [15], и их целесообразно учитывать при исследовании цепочек непрерывных преобразований природных объектов.

Процесс поднятия узла сочленения потоков происходит не с одной и той же скоростью, на этом фоне имеются непродолжительные во времени его опускания. В результате процессы дегазации в пределах верховых болот проявляются в ходе развития специфических округлых форм рельефа, периодически преобразующихся из отрицательных (переувлажняющиеся микрокотловины) – в положительные (выпуклый осушающийся торфяник) и наоборот. В этой цепочке преобразований рельефа поверхности болота (без изменения его статуса) наиболее четко наблюдаются постдегазационные формы, когда на фоне относительно приподнятых участков торфяника формируются микрокотловины (проседания), существующие весьма непродолжительный период времени (несколько лет) и опять постепенно преобразующиеся в положительные формы, очень слабо различимые. Эти формы индицируют скорости процессов накопления и выброса газа из земных недр. Такие трансформации фиксировались по разновременным материалам дистанционного зондирования Земли в районе болотной системы «Радовицкий мох», вдоль участка автотрассы Ольшаны-Лесное в период времени 2010-2014 гг., и они свидетельствуют об активных процессах накопления и выброса горючих газов, в том числе с образованием очагов самовозгорания. Подобные формы выявляются

(рис. 7) в пределах болотного массива между населенными пунктами Радовицкий и Нефедово (Шакино и Тюково) на космическом снимке 2014 г., причем, ни на топографической карте, ни на космическом снимке 2011 г. таких микрокотловин не зафиксировано [11].

А.В. Шнитников на основе анализа огромного фактического материала выявил циклическую изменчивость водного режима озер с ритмами в пределах нескольких десятилетий (от 2,5 до 4,5). Он отмечал, что от изменений общей увлажненности зависят природные условия и развитие ландшафтов территорий. Анализ такой внутривековой изменчивости природных объектов в первой половине XIX в. показал, что, например, степные озера равнинного и низкогорного питания прошли в нем две фазы пониженной увлажненности и две фазы повышенной увлажненности [10].

Фиксируется цепочка более глубоких непрерывных преобразований Арала: морская котловина – солевая пустыня (рис. 8). Причем, известно, что такое преобразование повторялось несколько раз и связывают его в том числе с изменением тектонической активности региона [16].

Большая часть бывшего дна Аральского моря в настоящее время превратилась в солончаки, которые постепенно осваиваются растительностью, характерной для солончаковых пустынь. Вблизи прежних берегов моря возникли эоловые формы рельефа. Дельты Амударьи и Сырдарьи практически полностью высохли, утратив уникальные природные особенности [17].

Основные последствия усыхания Аральского моря, кроме уменьшения объема, поверхности, роста и изменения характера минерализации, проявились в образовании к настоящему времени на месте осушенного дна огромной солевой пустыни площадью почти 3,6 млн га. В результате, уникальный пресноводный водоем уступил место огромному горько-соленому озеру в комбинации с колоссальной соленой пустыней на стыке трех песчаных пустынь [18].

Если обратиться к истории Арала, то море уже высыхало, при этом снова возвращаясь в прежние берега. В историческую эпоху происходили существенные колебания уровня Аральского моря. Так, на отступившем дне были обнаружены остатки деревьев, росших на этом месте. В середине кайнозойской эры (21 млн лет назад) Арал был соединен с Каспием. До 1573 года Амударья по рукаву Узбой впадала в Каспийское море, а река Тургай — в Арал. На карте, составленной греческим ученым Клавдием

Птолемеем (1800 лет назад), показаны Аральское и Каспийское моря, в Каспий впадают реки Зарафшан и Амударья. В конце XVI и начале XVII веков из-за понижения уровня моря образовались острова Барсакельмес, Каскакулан, Козжетпес, Уялы, Бийиктау, Возрождения. Реки Жанадарья с 1819 года, Куандарья с 1823 года перестали впадать в Арал. С начала систематических наблюдений (XIX в.) и до середины XX века уровень Арала практически не менялся. В 1950-х годах Аральское море было четвертым по площади озером мира, занимая около 68 тыс. км<sup>2</sup>; его длина составляла 426 км, ширина — 284 км, наибольшая глубина — 68 м [19].

Необходимо учитывать, что в пределах каждой озерной (морской, океанической) котловины обязательно функционирует один самый крупный узел сочленения транзитного потока и активного притока к нему [5]. Поэтому бессточных озер нет в природе, все они связаны в единой системе непрерывных потоков вещества разного ранга и преобразуются в трехмерном пространстве: либо преимущественно по горизонтали, либо преимущественно по вертикали.

С другой стороны, например, болотные массивы, развивающиеся в условиях процессов поднятия узлов, но без стадии озерной котловины, преимущественно в двух ортогональных горизонтальных плоскостях, формируются в пределах водораздельных площадей, в зонах связи противоположных (по направлению) притоков (сильных и относительно слабых). В результате усиления связи болота с новым дренирующим водотоком происходит осушение данного болотного массива, формирование в его пределах активного нового транзитного потока и системы его противоположных притоков [1-2]. В ходе активного дренирования территории болотный массив сменяется насаждением (см. (2) на рис. 1а). Далее ритмика процессов и динамика базисов эрозии потоков повторяются. Но каждый такой цикл изменений природных объектов (болото → насаждение (переосушенные участки) → болото) не повторяет в количественном плане предыдущий, так как процессы подъема и опускания базисов эрозии потоков будут разными по величине.

Наряду с особенностями активного естественного развития фиксируются также изменения озер вследствие антропогенной деятельности (имеющие подчиненную роль по отношению к естественным изменениям). В процессе торфоразработок были уничтожены некоторые озера, широкое распространение получили эфтрофные и мезотрофные болота. Площадь затопленных фрезерных полей составляет свыше 450 га. Наиболее крупное озеро

искусственного происхождения, площадью более 325 га, размещается на северной окраине рассматриваемого болотного массива «Радовицкий мох» [14].

Как показывают исследования [20], к примеру, по материалам аэро- и космической съемки можно зафиксировать на осушенных когда-то торфяниках стадии развития не только искусственных, но и корректирующих их естественных дренажных сетей потоков.

Ритмику преобразования природных объектов целесообразно учитывать в практической деятельности, не допускать антропогенных неблагоприятных изменений режима их непрерывного развития. Не существует неизменяющихся рек, озер, болот. Все они подчиняются общему ходу развития природы, участвуют в цепочках непрерывных преобразований, развиваются с разной скоростью, ритмически изменяются от минимума до максимума и наоборот, смещаются в трехмерном пространстве. Наиболее опасные природные обстановки создаются при кардинальном изменении хода развития природных объектов, при переходе из преимущественно вертикальной плоскости движений – в горизонтальные или наоборот, из горизонтальных плоскостей – в вертикальную.

Информация о динамике природных объектов в трехмерном пространстве позволяет решать многие практические проблемы, например, связанные с осушением или обводнением территорий, обязательно с учетом естественных изменений геоэкологических условий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов В.И. Динамическая география. М.: Научный мир, 2006. 594 с.
2. Орлов В.И. Ход развития природы лесоболотной зоны Западной Сибири // Труды ЗапСибНИГНИ. Л.: Недра, 1968. Вып. 10. 172 с.
3. Орлов В.И., Соколова Н.В. Значение динамических границ и зон разрядки напряжений для топографо-геодезических исследований // Геодезия и аэрофотосъемка. 1992. № 6. С. 114-127.
4. Орлов В.И., Соколова Н.В. Вариант исследования возобновляемых источников энергии, используемых для целей экологии // Возобновляемая энергетика. М.: Изд-во МГУ, 1999. С. 163-187.
5. Соколова Н.В. Роль флюидных потоков в геодинамических перестройках. Saarbrücken (Deutschland): LAP Lambert Academic Publishing, 2013. 151 с.
6. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 351 с.

7. *Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н.* История гидросферы. М.: Научный мир, 1998. 368 с.
8. *Котляков В.М., Захаров В.Г.* Последние изменения в краевой части Антарктического ледникового покрова // Антарктика. Докл. комиссии. 1998. Вып. 34. С. 106-117.
9. Современные глобальные изменения природной среды. М.: Научный мир, 2006. Т. 1. 696 с.
10. *Шнитников А.В.* Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1969. 244 с.
11. *Миртова И.А., Соколова Н.В.* Выявление характера непрерывных естественных изменений природных объектов по аэро- и космическим снимкам // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 2015. № 2. С. 40-46.
12. *Галкина Е.А.* Использование материалов аэрофотосъемки для выяснения свойств болотных массивов // Материалы по дешифрированию аэроснимков: сб. ст. / под ред. акад. А.Е. Ферсмана. М.: Изд-во АН СССР, 1942. С. 17-27.
13. *Евграфов А.В.* Водный режим земель и его взаимосвязь с торфяными пожарами. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2009. 164 с.
14. *Бутовский Р.О., Райнен Р., Очагов Д.М. и др.* Сохранение природы торфяных болот Центральной и Северной Мещеры. М. 2001. 120 с.
15. Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды, нефть и газ; углеводороды и жизнь: Материалы Всероссийской конф. с междунар. уч., посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина, 18-22 октября 2010 г. / Отв. ред. акад. А.Н. Дмитриевский, д.г.-м.н. Б.М. Валяев. М.: ГЕОС, 2010. 712 с.
16. Аральское море осушалось не менее четырех раз. – Режим доступа: <http://in-space.info/>.
17. Экологические последствия усыхания Арала. – Режим доступа: <http://www.refsr.ru/>.
18. Деградация моря и приаралья. – Режим доступа: : <http://www.cawater-info.net/>
19. Аральское море – причины гибели.– Режим доступа: <http://back-in-ussr.com/>
20. *Миртова И.А.* Дешифрирование снимков. Изучение динамики природных процессов и объектов по аэро- и космическим снимкам: Учебное пособие. М.: Изд-во МИИГАиК, 2007. 82 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ



Рис. 1. Фрагменты: (а) – аэрофотоснимка; (б) - космического снимка (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat), на которых отображен участок лесоболотной зоны Западной Сибири  
1 – рям-авангард тайги, 2 – рям-арьергард тайги

A



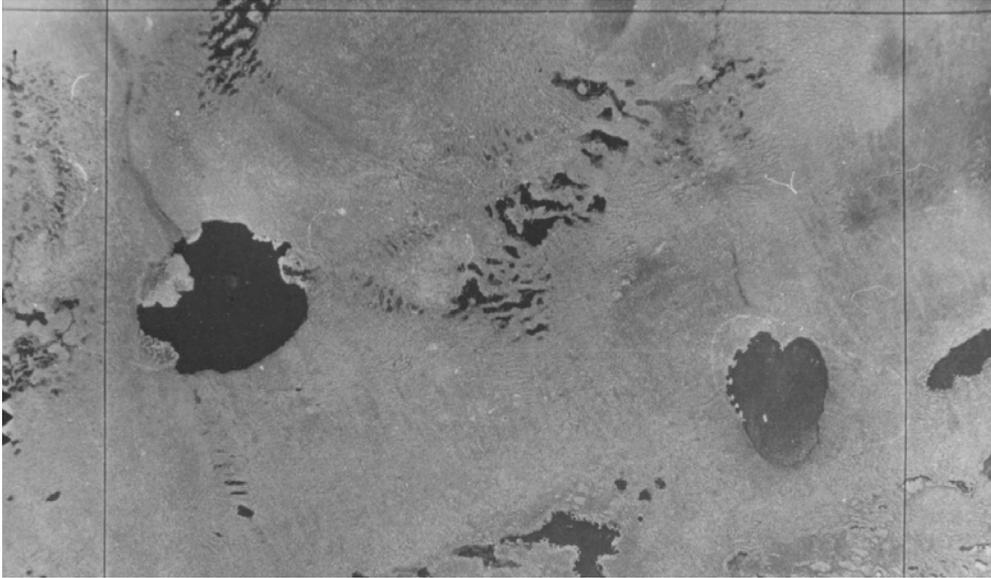
Б



Рис. 2. Фрагменты: (а) – аэрофотоснимка; (б) - космического снимка (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat)

1 – озерная котловина, переполняющаяся водой; 2 – река с яркими признаками старения: озероподобными расширениями и сильными сужениями русла; 3 – активизирующийся водоток; 4 – цепочка вторичных озер на болоте; 5 – отмирающая речка, осушающая когда-то озерную котловину (1)

а



б



Рис. 3. Фрагменты: (а) – аэрофотоснимка; (б) - космического снимка (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat)

1 – озерная котловина, переполняющаяся водой, 2 - цепочки вторичных озер на болоте, развивающиеся на месте функционирующих когда-то водотоков, участвующих в процессе осушения озерной котловины (1); 4 – сплавины

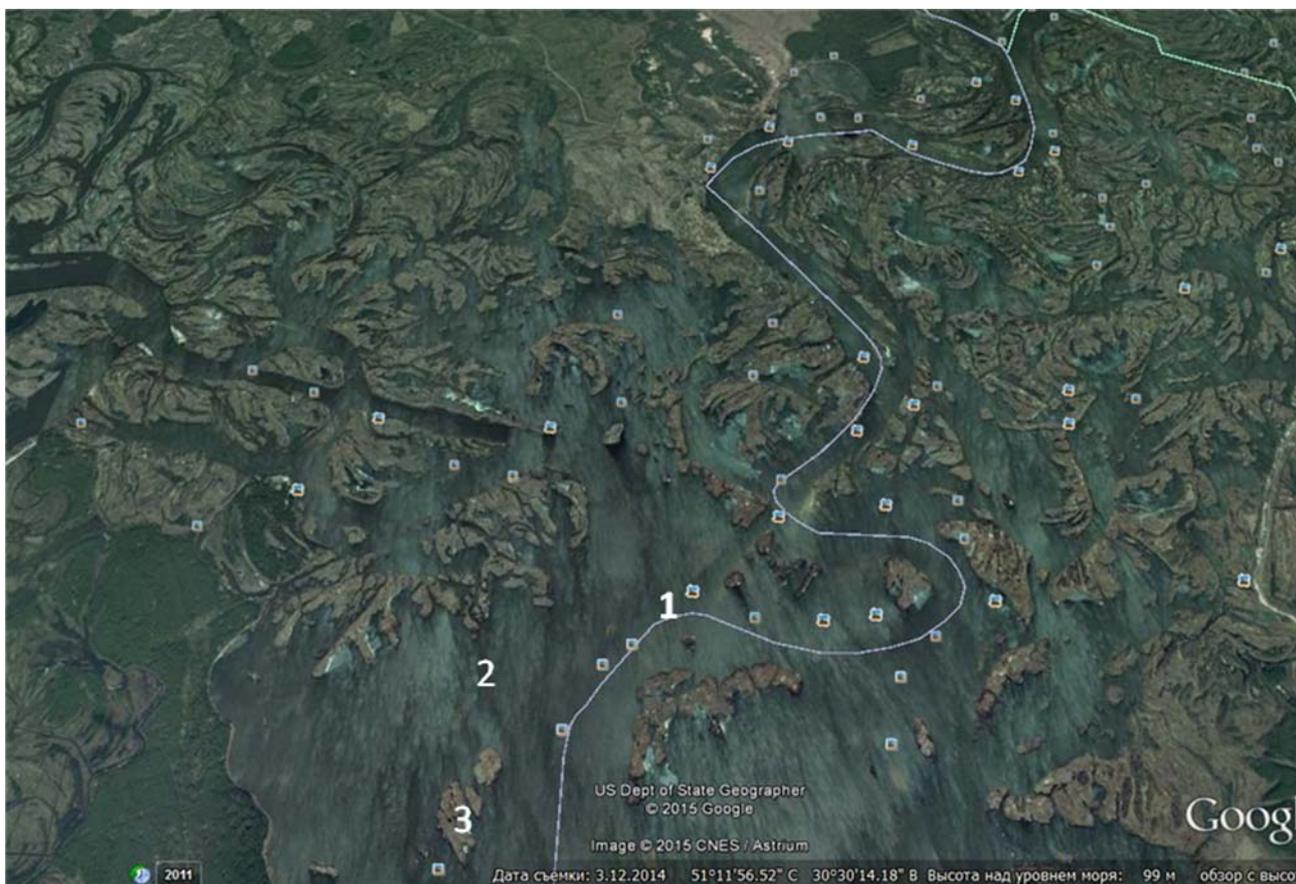


Рис. 4. Фрагмент космического снимка 2014 г. (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat), на котором отображен узел сочленения рр. Днепра и Припяти, развивающийся в режиме погружения, но пока еще в преобладающих условиях горизонтального перетока вещества (воды)  
1 – узел сочленения рр. Припяти и Днепра; 2 – водная поверхность (зона затопления); 3 – островки растительности в пределах (2)

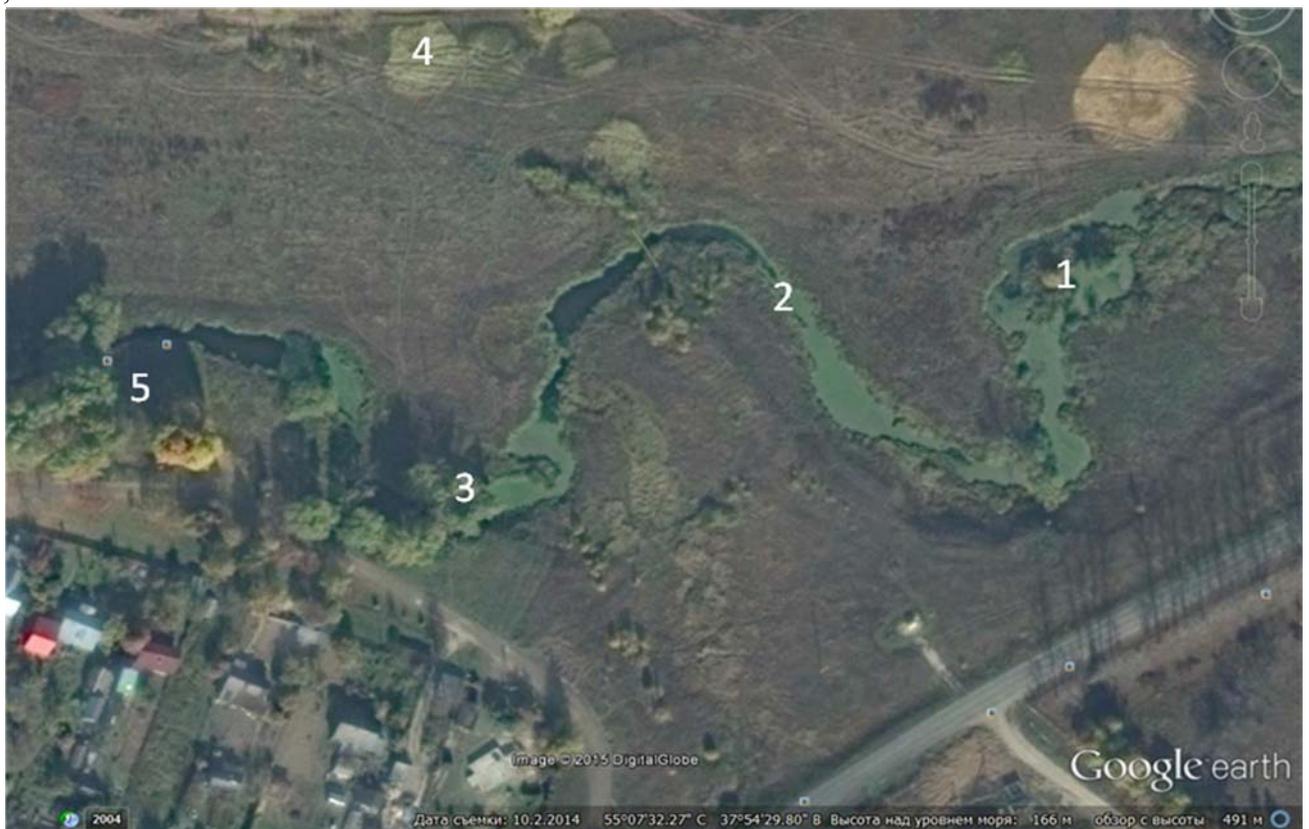


Рис. 5. Участок деградирующей реки Каширки в Московской области близ Михнево (Фрагмент космического снимка 2014 г. (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat)

1 – заболоченные участки в долине р. Каширки; 2 – сильно суженные участки русла р. Каширки, чередующиеся с расширенными заболачивающимися участками ее русла (3); 4 - форма рельефа, сформировавшаяся на месте бывшей озерной котловины, развивающаяся в зоне притока к реке Каширке, в режиме преобладающих движений в вертикальной плоскости; 5 – озероподобные расширения русла р. Каширки

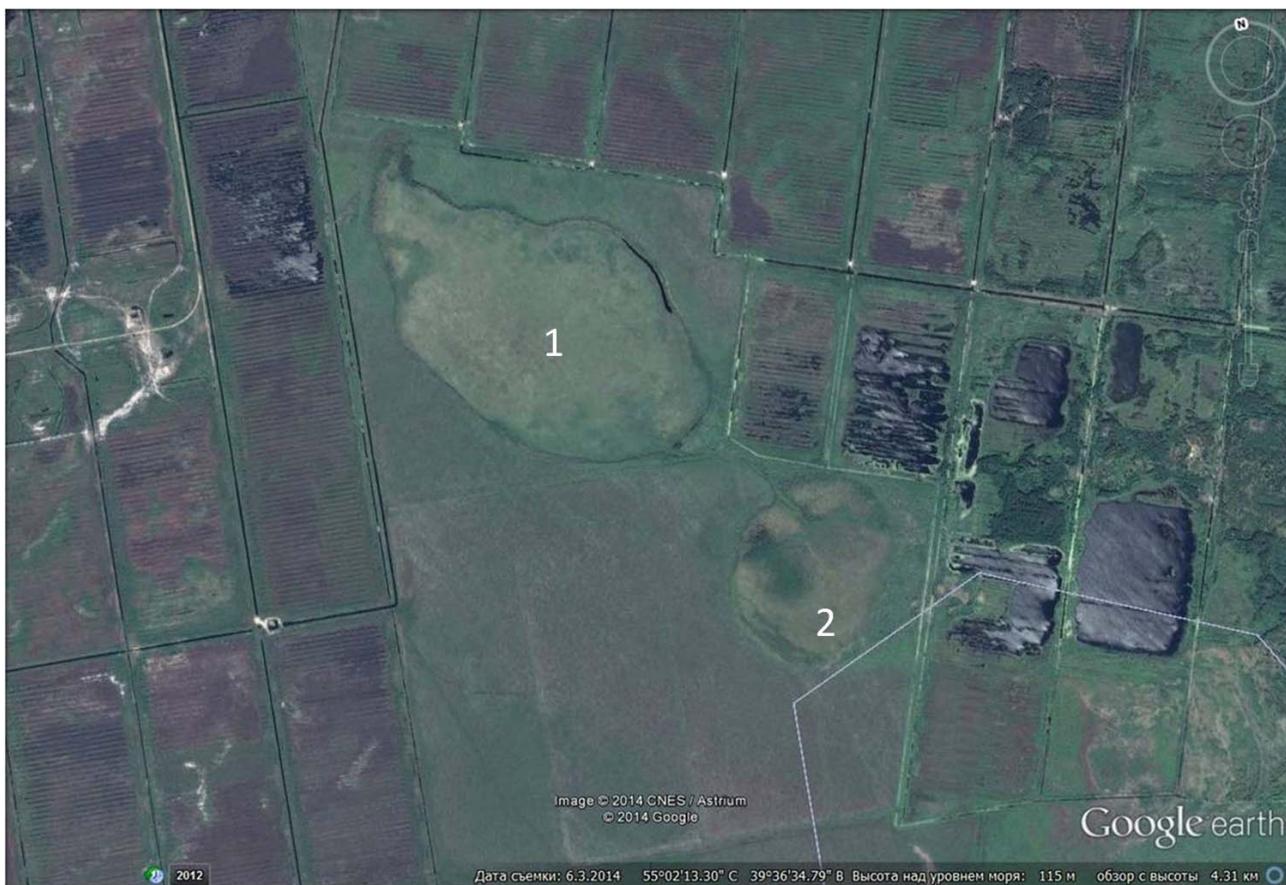


Рис. 6. Фрагмент космического снимка (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat), на котором зафиксированы болота, развивающиеся в пределах бывших озерных котловин: 1 – Бол. Микино и 2 – Мал. Микино на территории болотного массива «Радовицкий мох»



Рис. 7. Фрагмент космического снимка 2014 г. (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat), на котором зафиксированы микрокотловины (1), функционирующие непродолжительное время (короткодействующие пульсации) и связанные с процессами дегазации Земли



Рис. 8. Осушающаяся котловина бывшего Аральского моря, развивающаяся в преобладающих условиях движений в вертикальной плоскости, в режиме длительно протекающей пульсации (Фрагмент космического снимка 2014 г. (US Dept of State Geographer 2014. Google Image Landsat)  
1 – главный узел сочленения транзитного потока и его активного притока в пределах котловины Арала