

УДК 551.4

АССОЦИАЦИИ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ГЕОМОРФОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА (ОБЩИЕ И ФЕНОМЕНАЛЬНЫЕ)

Ликотов Е.Ю.

*ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»,
Тюмень, e-mail: likotov.evgenij@gmail.com*

В результате обзорных полевых исследований опасных рельефообразующих процессов, проведённых нами в 2004–2006 гг. на юго-востоке Ленинградской области в ходе инженерно-экологических изысканий в зоне влияния действующего с 1979 г. газопровода Грязовец – Ленинград и строящегося Северо-Европейского газопровода (СЕГ), установлено широкое распространение и разнообразие ассоциаций рельефообразующих процессов: 14 ассоциаций на площади чуть менее 1000 км². В отличие от других случаев одновременного действия нескольких рельефообразующих процессов, в ассоциациях не представляется возможным выделение ведущего процесса. Выявлены общие и феноменальные геоморфодинамические свойства рельефообразующих процессов в ассоциациях. Общие свойства следующие. Большинство этих процессов по своей природе – антропогенно инициированные природные. В ходе своего действия они увеличивают не только собственную активность, но и степень благоприятности внешних условий своего действия. Ведущий процесс в ассоциациях, в отличие от обычных ситуаций (в терминологии Л.Н. Ивановского – парагенезов), не остаётся таковым в течение сколько-нибудь длительного времени. Феноменальные геоморфодинамические свойства рельефообразующих процессов в ассоциациях состоят в том, что ведущие процессы непрерывно и часто меняются (причём динамически ведущий процесс – не всегда самый активный) и рельефообразующие процессы взаимно активизируют друг друга.

Ключевые слова: ассоциации рельефообразующих процессов, общие и феноменальные геоморфодинамические свойства, взаимная активизация

ASSOCIATIONS OF RELIEF FORMING PROCESSES AND THEIR GEOMORPHODYNAMIC PROPERTIES (GENERAL AND PHENOMENAL)

Likotov E.Yu.

Tyumen State University, Tyumen, e-mail: likotov.evgenij@gmail.com

As a result of observation field research of dangerous relief forming processes carried out by us in 2004–2006 in the south-east of Leningrad region during engineering-ecological survey in the zone of influence of gas pipe line Gyzovets-Leningrad functioning since 1979, and North-European gas pipe line (SEG) which was being built at the time, we found out wide spread and diversity of associations of relief forming processes: 14 associations in the area of less than 1000 km². In contrast to other cases of simultaneous action of several relief forming processes, in the associations it does not seem possible to find a leading process. We found out general and phenomenal geomorphodynamic properties of relief forming processes in associations. General properties are the following. Most of these processes are by their nature anthropogenically initiated natural. In the course of their action they increase not only their own activity but also the degree of favourability of external conditions of their action. The leading process in associations, in contrast to ordinary situations (as the terminology of L.N. Ivanovsky puts it – paragenezes), is not like this in the course of more or less long time. Phenomenal geomorphodynamic properties of relief forming processes in associations are as follows: the leading processes continuously and often change (while dynamically leading process is not always the most active) and relief forming processes activate one another.

Keywords: associations of relief forming processes, general and phenomenal geomorphodynamic properties, activating one another

Исследованиям рельефообразующих процессов, определению ведущих из них, констатации их взаимодействий и необходимости их изучения посвящена довольно обширная литература [1, 2, 6 и др.] (хотя ее и намного меньше, чем работ по строению рельефа). Предметное же исследование взаимодействующих рельефообразующих процессов – одновременное и во взаимосвязи, а не по отдельности – представляет собой пока практически неизученную проблему. Причиной ее постановки является выявленное в ходе полевых исследований опасных рельефообразующих процессов широкое

развитие сразу нескольких рельефообразующих процессов «в точках», на отдельных площадях или отрезках линейных объектов. Замеченные уже при полевых исследованиях особенности их действия состоят в том, что они не только примерно равнозначны (выделить безоговорочно ведущий процесс не представляется возможным), но и взаимосвязаны.

Цель исследования. На основе исследований опасных рельефообразующих процессов, связей и взаимодействий между ними – выявление ассоциаций рельефообразующих процессов и установление

общих и отличительных свойств процессов в ассоциациях.

Задача исследования. Поиск и выявление при полевых исследованиях проявлений действия определенных ассоциаций опасных рельефообразующих процессов. Результаты ее выполнения представлены в настоящей работе.

Материалы и методы исследования

Фактические материалы были собраны в 2004–2006 гг. при исследованиях опасных рельефообразующих процессов в ходе инженерно-экологических изысканий в зоне влияния действующего с 1979 г. газопровода Грязовец – Ленинград и строившегося Северо-Европейского газопровода (СЕГ) шириной по 1,5 км по обе стороны от него на участке 319–450 км, на юго-востоке Ленинградской области. Газопровод Грязовец – Ленинград и зона его влияния рассматривались и изучались как система-аналог СЕГ (газопроводы проложены зачастую по одной просеке), и по сути исследования возможностей и прогноза его влияния на экологические условия, в частности – на формирование рельефа, проводились в условиях натурного эксперимента, что определило основополагающий метод исследований. В его рамках применялись традиционные методы полевых геоморфологических исследований: маршруты с проведением морфологических, морфометрических, морфодинамических наблюдений и простейших горных работ. Для обобщения результатов работ применялся весь наш опыт специализированных и съёмочных геоморфологических и геологических исследований 1979–2004 гг. в различных регионах страны: от Дальнего Востока до Русской равнины с востока на запад и от Кольского п-ова до Западного Казахстана с севера на юг, а также данные литературных первоисточников и космических снимков.

Результаты исследования и их обсуждение

Выявленные ассоциации процессов характеризуются в основном в аспектах характера взаимодействий между ними и следующей из него опасности. Абсолютное большинство ассоциаций развито вдоль линейных объектов.

1. *Солифлюкция и болотообразование (или – подтопление) (усиленная солифлюкция)* развита преимущественно на участках солифлюкционных и дефлюкционно-солифлюкционных склонов с затрудненными инженерными сооружениями (газопроводом, дорогами, ЛЭП и др.) транзитом воды. Рыхлые образования (далее – РО) в их пределах приобретают постоянно вязко-текучую, а нередко – и жидко-текучую консистенцию. Поэтому действие процессов этой ассоциации более опасно, чем, например, отдельно солифлюкции.

2. *Линейная и плоскостная эрозия* действуют на незадернованных участ-

ках с уклонами поверхности 3–5° и более. И хотя линейная эрозия здесь развита активнее, динамически ведущая роль – за плоскостной эрозией. Этим процессом выносится часть обломочного материала; намывные его массивы неминуемо образуют линейные понижения между собой – начальные геоморфологические условия для развития линейной эрозии. Ею, в свою очередь, активизируется плоскостная (выведением на поверхность и отложением тонкого материала).

3. *Линейная эрозия, плоскостная эрозия, сведение лесов.* Проявления действия процессов этой ассоциации отмечены в пределах участков сведения лесов в основном вдоль дорог; на площади – на одном участке (417 км). Исключительная опасность действия процессов этой ассоциации – в формировании не только рытвин, но и оврагов, следует не просто из совпадения буквально всех благоприятных условий их развития, но главным образом из их концентрации и оптимальных их характеристик, в частности крутизны склона (до 10–15°), его слабо выпуклого поперечного профиля, практически полного отсутствия растительности и, наконец, наличия по падению склона грунтовой дороги – начального концентратора стока.

4. *Плоскостная эрозия и линейная эрозия* действуют вдоль линейных объектов на наклонных участках, сложенных преимущественно оглиненным песком и лишь недавно лишенных растительного покрова – в частности, на участках свежих очистительных вырубок по просеке газопровода. На этих участках для развития линейной эрозии относительно эрозионноустойчивых грунтов, скорее всего, пока недостаточно времени. Другие закономерности действия процессов этой ассоциации сходны с таковыми у 1-й ассоциации.

5. *Плоскостная эрозия, линейная эрозия и дефляция* приурочены к полностью или частично незадернованным наклонным участкам, сложенным существенно песчаными РО. Активность и, главное, опасность действия этих процессов обусловлена тем, что перемещению подвергается практически весь обломочный материал, слагающий поверхность. Плоскостная эрозия разрыхляет его поверхностный слой, перемещает и концентрирует наиболее тонкие частицы, строит линейные понижения – возможные участки развития линейной эрозии. Она, в свою очередь, перемещает более крупные (песчаные) частицы и уменьшает плотность их залегания, формирует эрозионные

рытвины. Дефляция перемещает обломки различных размеров (в том числе и не поддающиеся перемещению водными потоками), выводя таким образом на поверхность РО, еще не затрагивавшиеся плоскостной и линейной эрозией, и благоприятствует действию этих процессов. Перемещаемый обломочный материал попадает в сферу эрозионной деятельности потоков и выносится с мест действия процессов ассоциации.

6. *Плоскостная эрозия и суффозия* развиты на субгоризонтальных участках плосковершинных поверхностей (в осевых частях водоразделов), сложенных РО различного мехсостава с заметным содержанием глинистых частиц. Ассоциирующие процессы не только автоматически ускоряют действие друг друга, но и постоянно создают друг другу благоприятные «начальные» условия развития. Ведущий процесс выделить в данном случае практически невозможно, да и, на наш взгляд, это противоречит реальному содержанию функционального взаимодействия этих процессов.

Суффозия формирует микропонижения (местами – на горизонтальных поверхностях) – блюдца и воронки, создавая наклонные поверхности, благоприятные для развития плоскостной эрозии. Плоскостная эрозия поставляет обломочный материал, в том числе – и тонкий, к днищам блюдец и воронок, способствуя действию суффозии. С другой стороны, плоскостная эрозия выводит на поверхность новые и новые порции обломков, до сих пор не подвергавшихся воздействию суффозии. Взаимодействие этих процессов вызывает быстрое уменьшение высоты поверхности (а во времени – и выведение на поверхность подземных коммуникаций) и увеличение относительных высот (энергии рельефа) в пределах считающихся геоморфологически «спокойными» горизонтальных плосковершинных поверхностей.

7. *Линейная эрозия, плоскостная эрозия, подтопление (или болотообразование)* отмечаются преимущественно в центральной части района работ, на 377–393-м км, вдоль трассы газопровода и шоссе Тихвин–Устюжна. Для этих антропогенных форм характерен прежде всего сугубо контрастный микрорельеф (с амплитудами не менее 1,5–2 м), с наличием как положительных (с заметной – до 15–30° – крутизной склонов), так и отрицательных (ложбин вдоль трассы газопровода, дорожных кюветов) микроформ.

Рассматриваемая ассоциация процессов (как и другие, где одновременно представ-

лены эрозия и подтопление (болотообразование) – более пространственная, чем динамическая (функциональная). Взаимосвязи второй разновидности выражены, скорее всего, в благоприятной для линейной эрозии близости базисов эрозии (участков подтопления) к крутосклонным положительным микроформам.

Не будучи тесно связанными функционально, процессы ассоциации тем не менее действуют весьма активно. На 391–393-м км трассы газопровода при полевых наблюдениях отмечено не только непрерывное двустороннее подтопление (характерное для всего ареала действия ассоциации), но и многочисленные эрозионные рытвины (глубиной до 1 м), а местами – участки выходов бетонных швеллеров, обозначающие разрушение обратной засыпки газопровода. Возможно участие в ассоциации и криогенных процессов, которое может быть достоверно установлено при дальнейших исследованиях (в том числе – и при мониторинге).

8. *Линейная эрозия, подтопление (или болотообразование), суффозия* наблюдаются в основном вдоль дорог, просек ЛЭП, реже – на просеке газопровода; в центральной (410–395-й км) и в восточной (372–320-й км) частях района работ. Суффозия действует на положительных микроформах (в частности, на дорожном полотне), подтопление – в отрицательных (в том числе – и вокруг просеки газопровода), а линейная эрозия – на сопрягающих их склонах, реже – вдоль рассматриваемых линейных объектов. Однозначная геоморфологическая позиция процессов обуславливает активность действия каждого из них и исключает какую-либо компенсацию их действия, но в то же время жёстко регулирует рамки распространения каждого из процессов.

9. *Линейная эрозия, плоскостная эрозия, оползание, суффозия* вместе развиты локально: вдоль шоссе Тихвин – Устюжна (391–392-й км) и вдоль дороги Остров – Тургошь (334-й км). Действуют они весьма активно. Причины тому следующие.

1) ярко выраженная асингенетичность этих процессов современному ненарушенному естественному рельефу в местах их действия;

2) особенность режима взаимодействия процессов, заключающаяся в их взаимной активизации;

3) формирование при строительстве (и ремонте) дорог всех возможных и наиболее благоприятных условий действия процессов ассоциации.

10. *Суффозия и дефляция* взаимодействуют на незадернованных открытых участках, сложенных РО разнообразного мехсостава (как песчаными, так и суглинистыми), в пределах переходного геоморфологического комплекса от полигенетичной (в основном водно-ледниковой) равнины (Молого-Шекснинской низины) к ледниковой равнине (Тихвинской моренной гряде). Процессы развиты вдоль грунтовых дорог на 337–345-м и на 360-м км (участок дороги от д. Лопатино до трассы газопровода).

Взаимодействие процессов носит ярко выраженный взаимоактивизационный характер. Суффозией вымываются глинистые частицы. Противодефляционная устойчивость оставшихся РО, в основном песчаных, резко уменьшается, и они перемещаются (выносятся) под действием дефляции. При этом на поверхность выводятся новые порции существенно суглинистых РО, на которые начинает активно воздействовать суффозия.

Таким образом, взаимодействие суффозии и дефляции, не особенно активных по отдельности, представляет собой существенную опасность для дорог, в пределах которых они развиты. И дороги с трудом проходимы автотранспортом уже сейчас.

11. *Суффозия, плоскостная эрозия, подтопление (или болотообразование), биогенные* так же, как и процессы предшествующей (10-й) ассоциации, приурочены к переходному геоморфологическому комплексу между Молого-Шекснинской низиной (с востока) и Тихвинской моренной грядой (с запада) и отмечаются на 353–354-м и на 360–363-м км просеки газопровода и вдоль прилегающих к ней дорог. Они действуют в пределах водораздельных участков плосковершинных поверхностей, зачастую окруженных болотами.

Ассоциация – в основном пространственная. Подтопление развито в отрицательных формах микрорельефа, остальные процессы – на положительных. Для участков развития плоскостной эрозии и биогенных процессов характерно сложение их торфом или слегка оглиненными песчаными РО. Они хорошо дренируются и прогреваются, а небольшая высота положительных микроформ (до 1 м относительно общей субгоризонтальной поверхности) служит препятствием развитию этого процесса.

Суффозия и биогенные (зоогенные) процессы взаимно активизируют друг друга. Плоскостная эрозия и подтопление действуют в значительной степени самостоятельно.

12. *Линейная эрозия, плоскостная эрозия, солифлюкция, подтопление (или болотообразование)* – одна из наиболее сложно построенных и действующих ассоциаций, развитая на 327–328-м, 332–333-м, 396–399-м, 431-м, 433–434-м км: на участках (в основном – просеки газопровода) с минимальными амплитудами микрорельефа в зоне влияния болот, сложенных существенно суглинистыми РО различной консистенции (до жидко-текучей), в различной степени задернованных. В пределах основной поверхности и положительных микроформ, особенно – на задернованных участках, развита солифлюкция, а на незадернованных к ней добавляются процессы линейной и плоскостной эрозии. Подтопление развито в пределах даже минимально отрицательных микроформ и обеспечивает развитие солифлюкции.

Исключительно высокая опасность процессов данной ассоциации (примерно такая же – у процессов 9-й ассоциации) состоит в тесном пространственном и динамическом взаимодействии таких опасных рельефообразующих процессов, как солифлюкция и линейная и плоскостная эрозия.

13. *Дефляция, линейная эрозия, плоскостная эрозия, биогенные процессы, суффозия, подтопление (или болотообразование)* – вторая по сложности из всех ассоциаций опасных рельефообразующих процессов и самая сложная из распространенных на трассе газопровода. Она приурочена исключительно к местам пересечения трассы газопровода и грунтовых дорог: на 443-м км и на 328-м км.

Разнообразие процессов во многом обусловлено разнообразием состояний внешних природных условий их развития и очень частой (местами – через 1–2 м расстояния) изменчивостью некоторых из них, в первую очередь – строения микрорельефа, уклонов поверхности и степени ее увлажнения.

Особая опасность действия опасных рельефообразующих процессов этой ассоциации состоит в возможном возрастании ее до катастрофической при изменении либо состояний внешних условий формирования рельефа, либо – результатов действия процессов и их ассоциации в целом. Возможность этого весьма велика в силу взаимодействия на этих участках нескольких природных геоморфосистем и двух антропогенных (газопровода и дороги).

14. *Процессы в населенных пунктах: антропогенные (строительство, распахивание, проходка канав) и антропогенно инициированные*

природные процессы (линейная эрозия, плоскостная эрозия, суффозия, дефляция, сезонные криогенные процессы).

Самая сложная ассоциация процессов развита в районе исследований отдельными участками относительно небольшой площади: от долей 1 км² до первых км². Для районов действия процессов этой сложной ассоциации сложен и набор состояний внешних условий формирования рельефа и их изменения. Они производятся не только непосредственно человеком, но и самими процессами.

Ни один населенный пункт не пересекает трасса газопровода. Лишь однажды (на 393–394-м км) она проходит в непосредственной близости от северо-западной и северной околиц д. Дуброва. Поэтому они не были охвачены исследованиями в ходе инженерно-экологических изысканий. При более детальных исследованиях специальное изучение их представляется необходимым.

Выводы

В результате кратковременных полевых обзорных (а не специализированных) исследований установлено широкое распространение и разнообразие ассоциаций рельефообразующих процессов: 14 ассоциаций на площади чуть менее 1000 км². На больших площадях, на горных территориях и при более продолжительных специализированных исследованиях их наверняка может быть замечено больше, а характер их взаимодействия – оказаться более разнообразным. Ассоциации имеют как пространственный, так и динамический характер.

Общие геоморфодинамические свойства выявленных ассоциаций рельефообразующих процессов состоят в первую очередь в том, что большинство этих процессов по своей природе – антропогенно инициированные природные [4]. В ходе своего действия они увеличивают не только собственную активность, но и степень благоприятности внешних условий своего действия. Ведущий процесс в ассоциациях в отличие от обычных ситуаций (в терминологии Л.Н. Ивановского [2] – парагенезов) не остаётся таковым в течение сколько-нибудь длительного времени.

Установлены **феноменальные морфодинамические свойства рельефообразующих процессов в ассоциациях.**

1. *Ведущие процессы в ассоциациях непрерывно и часто меняются* в зависимости от характера и интенсивности взаимодействий не только между собой, но и между всеми участниками рельефообразования [5]. В ассоциациях динамически ведущий процесс не всегда самый активный (как, в частности, во 2-й ассоциации – плоскостная эрозия).

2. *Рельефообразующие процессы взаимно активизируют друг друга.* Чаще всего эти взаимные активизации проявляются в виде создания благоприятных условий развития других ассоциированных с ними рельефообразующих процессов, в частности – условий внешних, как сведение лесов в 3-й ассоциации. В длинном ряде случаев рельефообразующие процессы поставляют или удаляют обломочный материал, обеспечивая действие других рельефообразующих процессов ассоциации. В ряде случаев (например, в 1-й ассоциации) действие процесса превращается из периодически интенсивного в постоянно интенсивное. Степень опасности рельефообразующих процессов в ассоциациях велика не только потому, что они взаимно активизируют друг друга, а и потому, что многие из них являются антропогенно инициированными [4], а значит – асингенетичными по отношению к естественному рельефу [3] и полностью или почти полностью лишенными поэтому естественных регуляторов (ограничителей) амплитуд и интенсивности своего действия в виде обратных отрицательных связей [4].

Список литературы

1. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 228 с.
2. Ивановский Л.Н. Экзогенная литодинамика горных стран. – Новосибирск: Наука, 1993. – 160 с.
3. Ликутев Е.Ю. Соотношение генезиса и динамики рельефа. Сингенетичные и асингенетичные рельефообразующие процессы / Г.Ф. Уфимцев, Д.А. Тимофеев, Ю.Г. Симонов и др. // Генезис рельефа – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – С. 30–35.
4. Ликутев Е.Ю. Скорости антропогенно инициированных природных процессов и особенности их действия на севере Русской равнины // Земная поверхность, ярусный рельеф и скорость рельефообразования: материалы Иркутского геоморфологического семинара, чтений памяти Н.А. Флоренсова (Иркутск, 9–14 сент. 2007 г.) – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. – С. 130–132.
5. Ликутев Е.Ю. Связи и взаимодействия как участники рельефообразования // Вестник Тюменского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2012. – № 7. – С. 113–121.
6. Шукин И.С. Общая геоморфология. – М.: Изд-во МГУ, 1960. – Т. 1. – 615 с.