

КЛАССИФИКАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А. Н. Галкин¹, А. И. Павловский²

¹ Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П. М. Машиерова», Беларусь

² Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», Беларусь

Поступила в редакцию 29 мая 2017 г.

Аннотация: Инженерно-геологическая классификация геологических процессов и явлений Беларуси разработана на основе системно-генетического подхода. Выделены группы, подгруппы, классы, типы и виды процессов. Каждая классификационная единица обособлена по ведущему признаку. Выделенные в классификации виды отражают порождаемые процессами явления, которые являются материальной формой проявления процессов в виде различных форм рельефа и накоплений определенных видов грунтов. Предлагаемая инженерно-геологическая классификация современных геологических процессов и явлений в настоящее время наиболее полно отражает инженерную геодинамику на территории Беларуси.

Ключевые слова: классификация, инженерно-геологические процессы и явления, геодинамика, принципиальные положения.

CLASSIFICATION OF ENGINEERING-GEOLOGICAL PROCESSES AND PHENOMENA IN THE TERRITORY OF BELARUS

Abstract: The engineering-geological classification of geological processes and phenomena of Belarus is developed on the basis of the system-genetic approach. Groups, subgroups, classes, types and types of processes are singled out. Each classification unit is separated by a leading feature. The types identified in the classification reflect the phenomena generated by the processes, which are the material form of manifestation of processes in the form of various forms of relief and accumulation of certain types of soils. The proposed engineering-geological classification of modern geological processes and phenomena currently most fully reflects engineering geodynamics in the territory of Belarus.

Keywords: classification, engineering-geological processes and phenomena, geodynamics, principal provisions.

Введение

Классификация изучаемых явлений или объектов в науках о Земле, как впрочем, и других науках, важнейший элемент исследований. Ее основная цель состоит в том, чтобы предложить такие отличительные признаки, используя которые, можно наиболее точно описать характеризующие явления или объекты. С методологической точки зрения, классификация – система упорядоченных, соподчиненных понятий, представляемая в виде таблиц (схем) и составленная на основе определенных признаков. Обоснование признака классификации – основная проблема, с которой сталкивается исследователь при ее составлении; выбор основания деления должен осуществляться с учетом законов логики.

В инженерной геодинамике классифицирование занимает особое место. По этому поводу Г. С. Золотарев отмечал: «Многообразие геологических про-

цессов, научных и практических задач их изучения обуславливают целесообразность составления различных инженерно-геологических классификаций, но построенных на единых методических принципах. Классифицирование является сложной задачей, но оно необходимо для единой трактовки природы процессов, взаимопонимания среди инженер-геологов и для совместной деятельности с инженерами и строителями» [1].

Значение инженерно-геологической классификации геологических процессов и явлений состоит в следующем:

1. Классификация позволяет упорядочить и систематизировать знания о геологических и инженерно-геологических процессах и явлениях, поскольку строится на закономерных и объективных связях.
2. Классификация дает возможность получить обобщенное знание о процессах и явлениях.

3. Классификация позволяет получить новые знания о процессах и явлениях.
4. Классификация является одним из способов перехода от уровня эмпирического знания, к теоретическому инженерно-геологическому знанию.

Проблемами классифицирования геологических процессов и явлений в инженерной геологии занимались многие известные специалисты: Л. Д. Белый, Г. К. Бондарик, Д. Варнес, Г. С. Золотарев, Н. В. Коломенский, Ф. В. Котлов, В. Д. Ломтадзе, П. Н. Панюков, В. Пенк, И. В. Попов, В. А. Приклонский, Ф. П. Саваренский, Е. М. Сергеев, В. Т. Трофимов, С. Шарп, А. И. Шеко и др.

К настоящему времени разработано большое число инженерно-геологических классификаций процессов и явлений, как общих, так и частных. Например, общих классификаций, охватывающих различные процессы, имеется более 10, а количество частных – исчисляется многими десятками и даже сотнями, только для оползневых процессов предложено около 100 классификаций [2]. Такая многочисленность, как отмечал Г. С. Золотарев [1], объясняется разнообразием процессов, среды и факторов их развития, практической направленностью и задачами исследований, научными интересами и методическими подходами авторов, с учетом геологических особенностей районов, где они проводили исследования.

Подходы к классифицированию геологических и инженерно-геологических процессов и явлений

Прежде чем рассматривать подходы к классифицированию современных геологических процессов и явлений в инженерно-геологических целях необходимо, во-первых, сформировать основополагающую научную понятийно-терминологическую базу в области инженерно-геологического классифицирования геологических процессов и явлений, и, во-вторых, проанализировать имеющиеся инженерно-геологические классификации, выделив их преимущества и недостатки.

Известно, что основными содержательными посылами, из которых следует исходить при рассмотрении проблемы классификации любых объектов, являются необходимость очертить круг исходных понятий и их определение [3].

Для оперирования в сфере классифицирования геологических процессов и явлений необходимо сначала определить исходные понятия. В первую очередь – это, конечно, понятия «геологический процесс», «геологическое явление» и связанное с ними понятие «классификация».

Согласно В. А. Королеву и А. Н. Галкину под геологическим процессом понимают последовательную, закономерную смену состояний разномасштабных геологических тел, формирующих поля геологических параметров, или обусловленные этой сменой соответствующие геологические явления. В свою очередь, геологическое явление есть материальная (внешняя) форма проявления геологической сущности

разномасштабного геологического тела, выражающаяся в его конкретном специфическом состоянии на данный момент времени [4].

Кроме того, необходимо четко определить понятия «классификация геологических процессов и явлений» и «инженерно-геологическая классификация геологических процессов и явлений», а также сформулировать цель создания последней (назначение) и принципы ее построения с выделением основания деления.

В соответствии с вышеуказанным определением геологического процесса, классификация геологических процессов и явлений – это система деления (разграничения) совокупности, объем которой составляют процессы и соответствующие им явления, соподчиненных единиц (групп, классов, типов, видов, разновидностей и др.) объектов (понятий) «процесс» и «явление», используемая с целью установления между ними связей, взаимоотношений, необходимых для достижения определенной цели.

В инженерной геологии, как известно, используются: общая, региональные, частные и специальные (отраслевые, по Е. М. Сергееву) классификации процессов и явлений. Первая имеет в основном методологическое значение. Она призвана рассматривать полное множество геологических процессов и соответствующих им явлений – современных и способных возникнуть в будущем, формирующихся в ходе развития земной коры под влиянием совокупности всех природных факторов и в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека, и систематизировать их в определенную, логически непротиворечивую иерархическую систему. Ее цель – разграничить полное множество процессов и явлений на подмножества различного качества, отражающего природу, причины, механизмы и морфологию их проявлений, необходимые при оценке, планировании, прогнозе и управлении для решения основных теоретических и практических задач инженерной геологии. В практическом же отношении большего внимания заслуживают региональные классификации процессов как более детальные. Они относятся к определенному региону с конкретными стратиграфо-литологическими комплексами пород, отражающими особенности природных обстановок осадконакопления и хозяйственного использования.

Частные классификации находят широкое применение и характеризуют особенности и распространение какого-либо геологического процесса в одном или нескольких геологических регионах, например оползней, карста, селей, землетрясений и т.д. Специальные классификации предполагают оценку современных или прогнозируемых геологических процессов применительно к задачам проектируемого строительства, обоснования инженерных мероприятий по защите сооружений и территорий с учетом ее использования; они могут быть предназначены для обоснования иных проектных и строительных решений. Таким образом, на основе общей классификации создается региональная, охватывающая процессы, распространенные на данной

территории; в ее развитие разрабатываются классификации для отдельных процессов и для обоснования мероприятий по управлению или защите от них [1].

Вышеизложенное позволяет сформулировать определение общей классификации геологических процессов и явлений для целей инженерной геологии.

Под общей инженерно-геологической классификацией геологических процессов и явлений следует понимать систему разграничения совокупности, объем которой составляют процессы и соответствующие им явления, соподчиненных единиц (групп, классов, типов, видов, разновидностей и др.) объектов (понятий) «процесс» и «явление», используемую с целью установления между ними связей, взаимоотношений, необходимых при оценке, планировании, прогнозе и управлении для решения основных теоретических и практических задач инженерной геологии.

Исходной классификацией геологических процессов и явлений, на базе которой были выполнены построения в инженерной геологии, по праву считается разработка А. П. Павлова – результаты исследований оползней и влияния работы подземных и поверхностных вод на изменения рельефа (Павлов, 1898, 1903). Собственно, на ее основе были разработаны общие классификации Ф. П. Саваренского (1937, 1939), И. В. Попова (1951, 1959), В. Д. Ломтадзе (1977), Г. С. Золотарева (1983), А. И. Шеко (1980), Г. К. Бондарика (1981, 2007) и других. Все известные классификации основаны на генетическом подходе, большая их часть составлена в виде классификаций–перечислений [5].

Региональная инженерно-геологическая классификация геологических процессов и явлений

Выполненный критический анализ различных классификаций геологических и инженерно-геологических процессов и явлений с учетом существующего опыта систематизации и классифицирования, позволяет установить в качестве необходимого условия решения данной проблемы некоторый «норматив» удовлетворительной классификации. В качестве такого «норматива» предлагается следующий перечень принципиальных положений, которым, на наш взгляд, должна отвечать общая, а на ее базе региональная, инженерно-геологическая классификация геологических процессов и явлений:

- не создавать слишком дробную и, как следствие, громоздкую классификацию, а стремиться подчеркнуть в ней лишь те основные признаки, которые способны отразить природу, причины (факторы), механизмы и морфологию во всем многообразии проявлений геологических процессов;

- среди множества взаимосвязанных действующих факторов при классифицировании следует выделять главные (один или два) факторы, необходимые для возникновения того или иного процесса;

- процессы необходимо рассматривать во взаимосвязи с геологическими телами, в которых они протекают, и обусловленными ими явлениями;

- в классификации должны быть представлены в

равной степени как экзогенные, так и эндогенные процессы и явления, причем одновременно и природные (геологические), и их техногенные аналоги (инженерно-геологические) на всех стадиях своего развития;

- в классификации следует рассматривать все многообразие процессов и явлений, включая и мерзлотные.

- инженерно-геологическая классификация современных геологических процессов и явлений должна включать количественные показатели, характеризующие их динамику развития и опасность проявления.

В целом, следует отметить, что теоретическое и практическое значение и успех будет иметь такая классификация, которая построена на генетических принципах, вскрывает причинность геологических и инженерно-геологических процессов и явлений и учитывает формирующие их факторы. Без соблюдения этих принципов классификация не может служить научной основой управления процессами и явлениями и борьбы с их отрицательными воздействиями [6].

Исходя из перечисленных положений, нами предлагается следующая классификация современных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, развитых на территории Беларуси (табл. 1). Она построена на системно-генетическом подходе, который определяет генезис – возникновение, происхождение и становление объекта как системы. В ней выделены группы, подгруппы, классы, типы и виды процессов. Причем первые обособлены по основному источнику энергии и месту протекания (эндогенные и экзогенные); вторые – по признаку обязательного и достаточного условия, без которого невозможно развитие процесса (к примеру, без скопления поверхностных вод невозможно развитие абразии и эрозии, а для развития оползней обязательным условием является наличие склона, т.е. энергия рельефа); третьи – по механизму воздействия основных агентов (условий); четвертые – по происхождению (природные или природно-техногенные), а пятые – по форме проявления генетического агента. Примечательно то, что выделенные виды в классификации отражают порождаемые процессами явления, выраженные в формировании различных форм рельефа и накоплении определенных видов грунтов, которые, в сущности, являются материальной (внешней) формой проявления данных процессов.

Заключение

Предлагаемая инженерно-геологическая классификация современных геологических процессов и явлений в настоящее время наиболее полно отражает инженерную геодинамику на территории Беларуси. Важно отметить, что развитие и интенсивность различных видов современных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений отличаются значительной пространственно-временной дифференциацией по территории республики. При этом эндогенные процессы тесным образом связаны со структурой фундамента и нижними горизонтами платформенного чехла, а особенности экзогенных

Таблица 1

Инженерно-геологическая классификация современных геологических процессов и явлений территории Беларуси

Группа	Подгруппа	Класс	Тип	Вид	
				деструктивный	аккумулятивный
1	2	3	4	5	6
Эндогенная	Обусловленные Внутренними силами Земли	Тектоногенный	Природный	Тектонические поднятия и опускания, землетрясения	–
			Природно-техногенный	Опускания, наведенная сейсмичность, вызванные строительством зданий, сооружений, водоемов	–
Экзогенная	Обусловленные климатом	Выветривание	Природный	Механическое разрушение массивов грунтов	Формирование и накопление элювия и почв
				Химическое изменение минерального состава массивов грунтов	
			Природно-техногенный	То же при разработке или создании массивов грунтов	То же, что и у природного процесса
	Обусловленные поверхностными водами	Формирование берегов водоемов	Природный	Абразия	Формирование и накопление озерных отложений
			Природно-техногенный	Переработка берегов	Накопление отложений в водохранилищах
		Эрозионный	Природный	Эрозия плоскостная	Формирование и накопление делювия
				Эрозия овражная	Формирование и накопление пролювия
				Эрозия речная	Формирование и накопление аллювия
			Природно-техногенный	Плоскостная эрозия на распаханых склонах и при сведении леса	Формирование и накопление делювия
				Перераспределение стока	Формирование и накопление пролювия, делювия, аллювия
				Эрозия паводками техногенного генезиса (разрушение дамб, плотин и т.д.)	Формирование и накопление аллювиально-пролювиальных отложений
				Эрозия каналами	Формирование и накопление аллювия
	Обусловленные энергией рельефа	Гравитационный	Природный	Оползень	Накопление деляпсия
				Обвал, камнепад, вывал	Накопление дерупция
				Осыпь	Накопление десертция
				Крип	Накопление солифлюксия
			Природно-техногенный	Обвалы, камнепады, вывалы, осыпи, оползни в карьерах, котлованах, на подрезанных склонах, грунтовых отвалах	То же, что и у природного процесса
				Крип на грунтовых отвалах	То же, что и у природного процесса
	Обусловленные подземными водами	Суффозия	Природный	Вынос мелких минеральных частиц и растворимых веществ с образованием пустот и провалов	Формирование и накопление суффозионных отложений выноса и провальных форм
			Природно-техногенный	То же при водоотборе или утечках из подземных коммуникаций	То же, что и у природного процесса

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
	Обусловленные поверхностными и подземными водами	Плывунность	Природно-техногенный	Разрушение структуры и разжижение грунта при вскрытии горными выработками либо при воздействии динамических нагрузок	Формирование и накопление пловунных грунтов
		Карст	Природный	Химическое растворение и выщелачивание грунтов с образованием пустот и провалов	Формирование закарстованных грунтов и грунтовых образований провальных форм
			Природно-техногенный	То же для отвальных грунтов или естественных грунтов при утечках из подземных коммуникаций	То же, что и у природного процесса
		Просадочность	Природный	Разрушение и ослабление структурных связей в лесовых грунтах с последующим их доуплотнением	Формирование уплотненных лесовых грунтов и грунтовых образований просадочных форм
			Природно-техногенный	То же при искусственных поливах, утечках из подземных коммуникаций	То же, что и у природного процесса
		Подтопление	Природный	Повышение влажности грунтов или уровня грунтовых вод	Формирование и накопление палюстрия
			Природно-техногенный	То же при планировке, экранировании поверхности земли зданиями и сооружениями, барражировании подземного потока подземными конструкциями и др.	То же, что и у природного процесса
		Затопление	Природный	Подъем уровня воды в водоемах и водотоках	Формирование и накопление аллювия, озерных и др. отложений
			Природно-техногенный	То же при разрушении дамб, плотин и т.д.	То же, что и у природного процесса
		Заболачивание	Природный	Отмирание биоты при избыточном увлажнении	Накопление палюстрия (орг. грунтов) и почв
			Природно-техногенный	Сведение лесов, подпруживание водоемов	Формирование и накопление палюстрия (органоген. грунтов)
		Засоление и химическое загрязнение грунтов	Природный	Привнос органоминеральных веществ в грунтовые массивы	Формирование засоленных и загрязненных грунтов
			Природно-техногенный	То же при складировании отходов производства, использовании удобрений и др.	То же, что и у природного процесса
	Обусловленные энергией ветра	Эоловый	Природный	Дефляция	Осаждение развеваемых частиц, накопление эолия
			Природно-техногенный	Дефляция массивов отвальных грунтов, распаханых территорий, осушенных торфяников и т.п.	То же, что и у природного процесса
	Обусловленные промерзанием и оттаиванием	Криогенный	Природный	Морозное пучение	Формирование и накопление элювия
				Солифлюкция	Накопление солифлюксия
			Природно-техногенный	То же в техногенных грунтах	То же, что и у природного процесса
				То же на грунтовых отвалах	То же, что и у природного процесса

процессов контролируются преимущественно строением верхних горизонтов литосферы и хозяйственной деятельностью, которые в совокупности формируют литотехнические системы – целостные естественно-искусственные образования, представленные взаимодействующими техническими объектами и геологическими телами или массивами любой размерности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарев, Г. С. Инженерная геодинамика: учеб. пособ. для вузов. / Г. С. Золотарев – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 383 с.
2. Бондарик, Г. К. Общая теория инженерной (физической) геологии. / Г. К. Бондарик – М.: Недра, 1981. – 256 с.

3. Покровский, М. П. Введение в классиологию / М. П. Покровский – Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2014. – 484 с.
4. Королев, В. А. Геологические и инженерно-геологические процессы и явления: определение и содержание понятий / В. А. Королев, А. Н. Галкин // Инженерная геология. – 2011. – №1. – С.19–27.
5. Инженерная геология России. Т.2. Инженерная геодинамика территории России / В. Т. Трофимов, Э. В. Калинин, Ю. К. Васильчук и др. // Под ред. В. Т. Трофимова, Э. В. Калинина – М.: КДУ, 2013. – 816 с.
6. Котлов, Ф. В. Изменения геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф. В. Котлов – М.: Недра, 1978. – 263 с.

Витебский государственный университет имени П. М. Машерова

Галкин Александр Николаевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры географии
E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru; Тел.: +375(212)58-58-45

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

Павловский Александр Илларионович, кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой геологии и географии
E-mail: aipavlovsky@mail.ru; Тел.: +375(232)57-34-04

Vitebsk State University named after P. M. Masherov

Galkin A. N., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Geography Department
E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru
Tel.: +375(212) 58-58-45

Francisk Skorina Gomel State University

Pavlovsky A. I., Candidate of Geography Sciences, assistant professor, Head of the Department of Geology and Geography
E-mail: aipavlovsky@mail.ru
Tel.: +375(232)57-34-04