

## РАЗВИТИЕ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

**А. А. Белов**

В статье рассматриваются наиболее опасные экзогенные процессы (обвалы, оползни, подтопление территорий и др.), происходящие на территории Республики Мордовия. Изучается рельеф территории в целях оценки развития опасных природных процессов, определяется его геодинамическая устойчивость; исследуется хозяйственная деятельность человека, влияющая на ход многих рельефообразующих процессов. Определяются многочисленные факторы, обуславливающие особенности развития опасных оползневых обвальных и других процессов, которые нарушают устойчивость склонов и подвергают опасности населенные пункты. Рассматривается процесс подтопления территорий, формирующийся первым от поверхности горизонтом грунтовых вод. Изучается литологический состав пород зоны аэрации, в значительной степени определяющий распределение областей питания грунтовых вод, оказывающий существенное влияние на режим грунтовых вод, мощность зоны аэрации в пределах ландшафтов Мордовии. Рассматривается характер залегаания уровня грунтовых вод. На основе обобщения материалов гидрогеологических съемок были установлены виды водного режима и составлена карта территорий вероятного подтопления. Проанализирована совокупность действий естественных факторов подтопления, предопределяющая естественный водный режим территории и формирование искусственного водного режима в условиях инженерного освоения, приводящего к накоплению грунтовых вод и влаги в зоне аэрации. Приводятся отрицательные последствия нарушения водного баланса застроенных территорий, которые нужно учитывать при проведении инженерных изысканий. Рассматриваются способы устранения гидрогеологических отрицательных последствий строительства при проектировании инженерной защиты конкретных населенных пунктов.

**Ключевые слова:** экзогенный процесс, оползни, подтопление территорий, обвалы, рельеф, литологический состав, ландшафт, зона аэрации, защитные мероприятия.

## DEVELOPMENT OF DANGEROUS EXOGENOUS PROCESSES IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

**A. A. Belov**

This article discusses the most dangerous exogenous processes in the territory of the Republic of Mordovia, which include various types of landslides, mudslides, submerging of areas and other processes. The author studies the topography of the land area in order to assess the development of dangerous natural processes, estimates its geodynamic stability; considers human activities that change the course of many relief-forming processes; determines numerous factors that shape the peculiarities of development of landslides, mudslides and other processes that violate the stability of slopes and endanger the whole human settlements. The article also deals with the process of submerging of territories in the Republic of Mordovia, which is formed at the first surface groundwater horizon. Lithological composition of the unsaturated zone is studied, since it largely determines the distribution of areas of ground water recharge and has a significant impact on the groundwater regime, the capacity of the aeration zone within the existing landscape of Mordovia. It considers the manner of occurrence of the watertable. Based on the compilation of available materials hydrogeological surveys, the author establishes the types of mode and made a map of the areas likely to flooding of Mordovia. Analyzed the totality of the natural factors of flooding, which determines the natural water regime and the formation of an



artificial water regime in terms of engineering development, leading to the accumulation of groundwater in the area and moisture in the unsaturated zone, causing flooding of territories. The consequences of submerging of cities and industrial enterprises are given. The negative consequences of violations of the water balance of built-up areas that need to be taken into account when conducting engineering surveys are listed. The author discusses the ways of dealing with negative hydrogeological impacts of construction in the process of the designing of engineering protection of specific localities.

**Keywords:** exogenous processes, landslides, submerging areas, landslides, terrain factors, lithological composition, landscape, zone of aeration, control measures.

Большинство природных явлений связано с процессами, протекающими в недрах на различной глубине, а также на земной поверхности. К ним относятся различного рода обвалы, оползни, разливы рек, подтопление территорий и другие процессы. Некоторые из них происходят медленно, другие – катастрофически быстро.

Общие черты рельефа изменяются, как правило, медленно. Быстро протекающие рельефообразующие процессы часто являются катастрофическими и приводят к существенным изменениям подземной гидросферы. Катастрофическим природным явлениям свойственна внезапность. Они трудно предсказуемы и поэтому опасны. В связи с этим необходимо определять возможность проявления тех или иных грозных природных явлений, устанавливать пространственные границы опасных зон во избежание создания там крупных инженерных объектов [1].

Изучая рельеф территории в целях прогноза развития опасных природных процессов, следует определять его геодинамическую устойчивость. Характеристика рельефа должна включать в себя количественную оценку как эндогенных, так и экзогенных процессов, которые изменяют положение дневной поверхности или нарушают структуру пород подземной гидросферы, что, в свою очередь, может стать причиной катастрофических изменений рельефа Земли [9].

Территория Республики Мордовия подвержена негативному воздействию природных и техногенных процессов, интенсивность которых возрастает с каждым годом. Наиболее опасными, приносящими значительный материальный

ущерб республике, являются оползневые процессы и подтопление территорий поверхностными и грунтовыми водами.

Оползни и обвалы возникают тогда, когда природными процессами или людьми нарушается устойчивость склона. Сила связности грунтов или горных пород оказывается в какой-то момент меньше, чем сила тяжести, и вся земляная масса приходит в движение. Оползни могут разрушать отдельные инженерные сооружения и подвергать опасности населенные пункты. Они угрожают сельскохозяйственным угодьям, губят их и затрудняют обработку; создают опасность при эксплуатации карьеров и добыче полезных ископаемых. Оползни повреждают коммуникации, туннели, трубопроводы, телефонные и электрические сети; угрожают водохозяйственным сооружениям, главным образом плотинам [4]. Кроме того, они могут перегородить долину, образовывать временные озера и способствовать наводнениям.

Оползание происходит в рыхлых слабосцементированных породах вследствие того, что крутой и высокий склон по мере подрезания его рекой, водохранилищем теряет свою устойчивость, и значительные земляные массы крупными блоками начинают смещаться вниз по склону. Оползневое движение всегда связано с наличием грунтовых вод, а их обилие – необходимое условие оползания.

Для возникновения оползней наиболее благоприятны геологические условия, когда в основании оползневого склона залегают водоупорные пласты, а выше лежат водоносные породы [3].

Оползни могут быть вызваны действием разных факторов. Земная поверхность состоит, главным образом, из склонов. Некоторые из них устойчивы, другие в силу различных условий становятся неустойчивыми. Это происходит тогда, когда изменяется угол наклона откоса склона или если склон отягощен рыхлым материалом. Неустойчивости склона способствует и повышение обводненности грунтов, рыхлых отложений или горных пород. Вода заполняет поры и нарушает сцепление между частицами грунта. Межпластовые воды могут действовать подобно смазке и облегчать скольжение. Связность горных пород нарушается при замерзании и в процессе выветривания. Неустойчивость склонов обуславливается также изменением вида насаждений либо уничтожением растительного покрова [6].

На территории Республики Мордовия оползни приурочены к крутым склонам оврагов, балок и речных долин. Оползни широко распространены на платформенных равнинах, где они приурочены к берегам рек. Согласно фондовым материалам Управления природных ресурсов Республики Мордовия, всего было выявлено 1 377 проявлений оползневых процессов.

Другим опасным природным процессом является подтопление территорий подземными водами, формируемое первым от поверхности горизонтом грунтовых вод [2].

Мощность зоны аэрации в пределах существующих ландшафтов Мордовии изменяется от 0,1 до 43,8 м, уменьшение происходит от водоразделов к долинам рек и ручьев, распространено заболачивание. Наибольшее развитие процессов подтопления на территории республики приурочено к участкам высокого стояния уровня грунтовых вод (далее УГВ) – 2,0–2,5 м от земной поверхности, наиболее ярко представлены в пределах днищ долин, тем не менее распространены и в приуроченных частях [5].

В результате обобщения имеющихся материалов гидрогеологических съемок было установлено 4 вида водного режима: приречный, террасовый, склоновый и междуречный. На основе анализа карты глубины залегания УГВ, карты ландшафтов Республики Мордовия, а также фондовых материалов была составлена карта территорий вероятного подтопления. Недостаточность фактического материала, а именно: отсутствие режимных наблюдений за УГВ на территории Мордовии, отсутствие данных об использовании и хозяйственном освоении территории позволило лишь схематически оценить развитие процесса подтопления территории на общем региональном уровне.

Основу проведенных исследований составила информация о характере залегания УГВ в различных ландшафтных зонах рассматриваемой территории [8]. Здесь следует особо подчеркнуть наличие естественного подтопления, т. е. в природных условиях, когда УГВ находится на глубине до 2,5 м от земной поверхности и не связан с воздействием техногенного фактора, а также естественное природное заболачивание территории.

Совокупность действий естественных факторов подтопления предопределяет естественный водный режим территории и формирование искусственного водного режима в условиях инженерного освоения, приводящего к накоплению грунтовых вод и влаги в зоне аэрации, являясь причиной подтопления территорий. Согласно составленной карте, выявляются следующие территории вероятного подтопления:

- естественно подтопленные с глубиной залегания УГВ в пределах 0,0–2,5 м;
- потенциально подтопляемые с глубиной залегания УГВ в пределах 2,5–5,0 м;
- потенциально неподтопляемые с глубиной залегания УГВ в пределах 5,0–10,0 м;
- локально подтопляемые участки на неподтопляемых территориях с глу-



биной залегания УГВ 10,0 м; здесь на естественные условия накладываются техногенные факторы.

Таким образом, все населенные пункты Республики Мордовия, попадающие в области с глубиной залегания УГВ 0,0–2,5 м, считаются подтопленными и требуют проведения защитных мероприятий. Населенные пункты, попадающие в области с глубиной залегания УГВ 2,5–5,0 м, могут быть также частично подтопленными, но их следует отнести к потенциально подтопленным. Здесь целесообразны предупредительные мероприятия. Населенные пункты, попадающие в области с глубиной залегания УГВ более 5,0 м, для оценки потенциальной подтопляемости требуют специальных прогнозных расчетов [2].

В обосновании мероприятий по борьбе с подтоплением населенных пунктов большое значение имеет учет антропогенных воздействий на подземную гидросферу. Подтопление препятствует нормальной эксплуатации зданий и сооружений.

Способы борьбы с подтоплением застроенных территорий являются новым, специфическим направлением исследовательских работ. Они не унифицированы, не стандартизированы, не освещены в инструкциях, рекомендациях и руководствах. Отсутствие указанных документов приводит к субъективизму при проведении изысканий и к снижению качества работ [11].

Негативные последствия подтопления городов и промышленных предприятий вызваны рядом причин: недостаточностью и недоброкачеством изысканий, обусловленными отсутствием соответствующих нормативных документов; отсутствием в отчетах рекомендаций по прогнозу УГВ и изменению физико-механических свойств грунтов, по защитным мероприятиям и др.; ошибками в проектировании, вызванными недоучетом природно-водохозяйственных условий; недоучетом природно-водохозяйственных условий при производстве строительных работ;

неправильной эксплуатацией застроенных территорий, приводящей к изменению гидрогеологических и инженерно-геологических условий [14].

В результате интенсивной хозяйственной деятельности человека в городах под влиянием планировочных работ резко изменяется естественный рельеф, перемещается огромное количество грунтовых масс, засыпаются овраги и балки, что обуславливает формирование так называемого культурного слоя. Нередко перестраивается гидрографическая сеть. Перечисленные обстоятельства вынуждают закладывать для разведочных целей значительно большее число искусственных выработок, чем на объектах, на которых антропогенные явления отсутствуют. Однако на тех территориях, где ведется интенсивное строительство, при оптимизации объемов работ надо принимать во внимание возможность использования фактического материала по ранее пройденным выработкам, если его содержание и качество будут соответствовать задачам намечаемых исследований [10].

Для успешного выбора мероприятий, обеспечивающих целесообразную степень водопонижения, определяющую роль играют сведения о геологическом строении, гидрогеологических условиях и водно-физических свойствах грунтов объекта исследований. Детальные гидрогеологические исследования предусматривают также организацию наблюдений за режимом подземных вод. Наблюдения необходимо планировать на достаточно длительный период, чтобы по фактическим данным можно было проверить результаты расчетов прогноза подъема уровня антропогенных вод и эффективность построенного дренажа [13].

Наряду с повышением влажности грунтов за счет градиента температуры в процессе эксплуатации строений их влажность часто увеличивается в результате воздействия ряда других факторов: атмосферных осадков, утечек из канализаций, водопровода, сетей отопления и горячего водоснабжения,

а также поливов растений, посаженных вблизи зданий, замачивания лессовых грунтов оснований через полосы зеленых насаждений и примыкающие к зданиям неисправные отмостки. В связи с этим ожидаемое воздействие указанных факторов должно учитываться в отчетах по изысканиям. В случае обводнения просадочных лессовых грунтов оснований в пределах активной зоны, формирующейся под влиянием веса строений, возникают осадки фундаментов [9]. Неравномерность замачивания и несущих свойств грунтов оснований, а также разные нагрузки, передаваемые отдельными конструктивными элементами строений, обуславливают неравномерность перемещения последних и как следствие – их деформации. Разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости строений и сооружений – одна из задач изысканий [7].

В некоторых городах наблюдается спад уровня грунтовых вод. Несмотря на наличие большой инфильтрации, влияние откачки воды из нижележащих водоносных горизонтов в этом случае получается настолько большим, что равнодействующая обоих процессов оказывается направленной вниз. Снижение уровня первого от поверхности

горизонта совместно с другими факторами (статическими и динамическими нагрузками, подземными подработками и др.) обуславливает оседание поверхности земли. Причина оседания заключается в возникновении дополнительного давления при снижении напоров подземных вод, равному весу столба воды, на который был уменьшен пьезометрический уровень.

Таким образом, отрицательные последствия нарушения водного баланса застроенных территорий, которые нужно учитывать в отчетах по изысканиям, составляют 3 основные группы: обуславливающие деформацию строений вследствие ухудшения несущих свойств грунта оснований фундамента; вызывающие затопление грунтовыми водами объектов различного назначения; способствующие активизации оползневых процессов. Способы борьбы с гидрогеологическими отрицательными последствиями строительства устанавливаются в зависимости от принадлежности последних к той или иной группе [12].

Для проектирования инженерной защиты конкретных населенных пунктов требуется проведение специальных изысканий, так как данный прогноз носит общий региональный характер.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Ананьев, В. П.** Инженерная геология / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – Москва, 2007. – 387 с.
2. **Белов, А. А.** Геоэкологические аспекты взаимосвязи рельефа и подземных вод : (На примере Республики Мордовия) : дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук / А. А. Белов. – Смоленск, 2003.
3. **Белов, А. А.** Антропогенное изменение рельефа на территории Мордовии / А. А. Белов // Актуальные вопросы архитектуры и строительства : материалы 12-й Междунар. науч.- техн. конф. – Саранск, 2013. – С. 473–478.
4. **Заварзин, Л. Г.** О зависимости гидродинамической зональности подземных вод от механических напряжений / Л. Г. Заварзин // Давления и механические напряжения в развитии состава, структуры и рельефа литосферы. – Москва, 2007. – С. 47–52.
5. **Исаченко, А. Г.** Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А. Г. Исаченко. – Москва : Высш. шк., 2001. – 366 с.
6. **Королев, В. А.** Геоэкологическая оценка зон влияния инженерных сооружений на геологическую среду / В. А. Королев, С. К. Николаева // Геоэкология. – 2004. – № 5. – С. 25–37.
7. **Лукин, А. А.** Опыт разработки методики морфоструктурногидрогеологического анализа / А. А. Лукин. – Новосибирск : Наука, 2003. – 112 с.



8. **Маккавеев, Н. И.** Некоторые особенности эрозионно-аккумулятивного процесса / Н. И. Маккавеев // Эрозия почв и русловые процессы. – Москва, 1997. – Вып. 8. – С. 8–16.
9. **Мещеряков, Ю. А.** Рельеф и современная геодинамика / Ю. А. Мещеряков. – Москва : Наука, 2001. – 280 с.
10. **Полунин, Г. В.** Экзогенные геодинамические процессы в гумидной зоне умеренного климата (физические аспекты экзогенных процессов) / Г. В. Полунин. – Москва : Наука, 2008. – 249 с.
11. **Поздняков, А. В.** Развитие склонов и некоторые закономерности формирования рельефа / А. В. Поздняков. – Москва : Наука, 2006. – 112 с.
12. **Хортон, Р. Е.** Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов / Р. Е. Хортон. – Москва : Изд-во иностр. лит-ры, 1998. – 158 с.
13. **Parker, F. Z.** Thermal pollution consequences of the implementation of the presidents energy message on increased coal utilization / Parker F. Z. – Environ. Health. Perspect, 1979. – No. 33. – P. 303–314.
14. **Pelikan, V.** Ochrana pozemnich vod / V. Pelikan. – Praha : SNTL, Naklatelstvi technicke literatury, 1983. – 324 p.

*Поступила 18.09.2014 г.*

*Об авторе:*

**Белов Александр Алексеевич**, доцент кафедры физической географии географического факультета ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (Россия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68), кандидат географических наук, alexlbel@mail.ru

*Для цитирования:* Белов, А. А. Развитие опасных экзогенных процессов на территории Республики Мордовия / А. А. Белов // Вестник Мордовского университета. – 2015. – Т. 25, № 2. – С. 132–138. DOI: 10.15507/VMU.025.201502.132

## REFERENCES

1. Ananyev V. P. Inzhenernaya geologiya [Engineering Geology]. Moscow, 2007, 387 p.
2. Belov A. A. Geoekologicheskie aspektyi vzaimosvyazi relefa i podzemnyih vod (na primere Respubliki Mordoviya) [Geoecological aspects of the relationship between topography and groundwater (on the example of the Republic of Mordovia)]. Smolensk, 2003.
3. Belov A. A. Antropogennoe izmenenie relefa na territorii Mordovii [Anthropogenic changes in topography on the territory of Mordovia]. Aktualnyie voprosy arhitektury i stroitelstva = Actual problems of architecture and construction: proceedings of the twelfth international. pp. 473–478.
4. Zavarzin L. G. O zavisimosti gidrodinamicheskoy zonalnosti podzemnyih vod ot mekhanicheskikh napryazheniy [Dependence of the hydrodynamic zoning of groundwater from mechanical stresses] Davleniya i mekhanicheskie napryazheniya v razvitii sostava, struktury i relefa litosfery = Pressure and mechanical stress in the development of composition, structure and topography of the lithosphere. Moscow, 2007, pp. 47–52.
5. Isachenko A. G. Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie [Landscape and geographical zoning]. Moscow, 2001, 366 p.
6. Krolev, V. A. Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie [Geoecological estimation of the influence zones of engineering structures on the geological environment]. Geoekologiya = Geoecology. 2004, no. 5, pp. 25–37.
7. Lukin A. A. Opyit razrabotki metodiki morfostrukturno-gidrogeologicheskogo analiza [Experience in the development of methods morphostructural analysis]. Novosibirsk, Nauka Publ, 2003, 112 p.
8. Maccavees N. I. Nekotoryie osobennosti erozionno-akkumulyativnogo protsesssa [Some features of erosive-accumulative process]. Eroziya pochv i ruslovyie protsessy = Soil erosion and river channel processes. Moscow, 1997, Vol. 8. pp. 8–16.
9. Meshcheryakov Yu. A. Izbrannyie trudyi. Relief i sovremennaya geodinamika [Selected works. Landscapes and modern geodynamics]. Moscow, Nauka Publ, 2001, 280 p.

10. Polunin G. C. Ekzogennyie geodinamicheskie protsessy v gumidnoy zone umerennogo klimata (fizicheskie aspekty ekzogennyih protsessov) [Exogenous geodynamic processes in the humid temperate climate (physical aspects exogenous processes)]. Moscow: Nauka Publ, 2008. – 249 p.
11. Pozdnyakov A. S. Razvitie sklonov i nekotoryie zakonomernosti formirovaniya relyefa [Development of slopes and some regularities of formation of the relief]. Moscow, Nauka, 2006, 112 p.
12. Horton R. E. Erozionnoe razvitie rek i vodosbornyih basseynov [Erosional development of rivers and watersheds]. Moscow, 1998, 158 p.
15. Parker F. Z. Thermal pollution consequences of the implementation of the energy presidents message on increased coal utilization. *Environ. Health. Perspect*, 1979, no. 33, pp. 303–314.
14. Pelikan V. *System pozemnich vod*. Praha, SNTL, Naklatelstvi technicke literatury Publ., 1983, 324 p.

*About the author:*

**Belov Aleksandr Alekseevich**, associate professor of Physical Geography chair of Ogarev Mordovia State University (68, Bolshevistskaya str., Saransk, Russia), Ph.D. (Geography), alexlbel@mail.ru

*For citation:* Belov A. A. Razvitie opasnykh ekzogennykh protsessov na territorii Respubliki Mordoviya [Development of dangerous exogenous processes in the territory of the Republic of Mordovia]. *Vestnik Mordovskogo Universiteta* = Mordovia University Bulletin. 2015, vol. 25, no. 2, pp. 132–138. DOI: 10.15507/VMU.025.201502.132