

**В. В. Дупан**<sup>1</sup>, аспирант,  
**Р. П. Жилавская**<sup>2</sup>, студентка,  
**Е. Г. Конилов**<sup>3</sup>, д-р геол.-мин. наук, профессор,  
**Г. С. Педан**<sup>4</sup>, канд. геол. наук, доцент  
**В. А. Черкасов**<sup>5</sup>, начальник отряда РИГР

<sup>1,2,4</sup> — Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра инженерной геологии и гидрогеологии, Шампанский переулок, 2, Одесса, 65058, Украина, <sup>3</sup> — Проблемная научно-исследовательская лаборатория инженерной геологии побережья моря водохранилищ и горных склонов ОНУ, Шампанский переулок, 2, Одесса, 65058, Украина, <sup>5</sup> — Государственное региональное геологическое предприятие «ПричерноморГРГП», 25-й Чапаевской дивизии, 1, Одесса, 65070, Украина.

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЖИМА УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАДНЕСТРОВЬЯ (ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ)**

В статье представлены результаты изучения изменения режима первого от поверхности водоносного горизонта и условий развития экзогенных геологических процессов, основанные на статистической обработке данных мониторинга за подземными водами и геологическими процессами, проводимого «ПричерноморГРГП». Выбранные для изучения периоды наблюдений за исследуемыми параметрами составляет около 40 лет. Показано, что изменение режима подземных вод оказывает прямое воздействие на процесс подтопления территории и косвенно на многие другие процессы (оползни, линейная и площадная эрозия и другие). Построены атрибутивно-статистические модели развития исследуемых процессов.

**Ключевые слова:** климат, грунтовые воды, режим, оползни, подтопление, эрозия

### **Введение**

Природные условия юго-западной территории Одесской области, особенности геологического строения, гидрологических условий, рельефа, климата, интенсивности и контрастности тектонических дви-

© Дупан В. В., Жилавская Р. П., Конилов Е. Г., Педан Г. С., Черкасов В. А.

жений земной коры обусловили развитие и многообразие современных экзогенных геологических процессов на исследуемой территории. Среди них наибольшее развитие получили оползни, эрозионные процессы, подтопление территорий.

Широкое развитие имеют также и инженерно-геологические (антропогенные) процессы: подтопление населенных пунктов и пахотных земель, оседание над горными выработками, подтопления и засоление орошаемых массивов и многие другие.

Исходя из одной из основных парадигм инженерной геологии об определяющей роли климатических факторов на формирование экзогенных геологических процессов, нами были определены следующие задачи исследований: 1) анализ влияния параметров климата на режим первого от поверхности водоносного горизонта и на формирование интенсивность проявления экзогенных геологических процессов; 2) оценка роли режима подземных вод в распространенности и динамике природных геологических и техногенных процессов; 3) построение естественно-статистических моделей взаимодействия климата, подземных вод, природных и техногенных процессов.

### **Исходные данные и методы**

В качестве исходного материала для решения поставленных задач были использованы материалы мониторинговых исследований, проводимых «ПричерноморГРГП» за развитием экзогенных и инженерно-геологических процессов (1972–2006 г.г.), и за режимом подземных вод (1951–2006 г.г.) [3–6], а также данные наблюдений за климатическими параметрами по гидрометеопостам и гидрометеостанциям, расположенным на изучаемой территории.

Методика обработки данных наблюдений включала использование методов математической статистики (по пакетам Excel и Statistica) и построения электронных макетов карт (MapInfo).

Интерпретация результатов статистической обработки выполнялась в соответствии с известными и широко применяемыми на практике основными законами теории, методологическими приемами инженерной геологии.

Для выявления пространственно-временных закономерностей и построения моделей нами был использован один из основных методов инженерно-геологической оценки массивов — естественно-статистический.

## **Результаты исследований и их обсуждение**

### **Анализ влияния климатических факторов и режима уровня грунтовых вод на оползневые процессы**

Оползни, которые зафиксированы на изучаемой территории, образовались на склонах эрозионных долин и по бортам прогрессирующих оврагов имеют как природное, так и природно-антропогенное происхождение. В пределах населенных пунктов сельского типа к образованию и интенсификации оползней приводят поливы огородов, сброс бытового мусора в овраги, в результате чего нарушается естественный дренаж и поднимается уровень грунтовых вод.

Оползни висячие, пластичного типа, сильно обводнены, маломощные (в среднем 1,5–2,5 м). По форме в плане оползни эллипсоподобные, реже глетчероподобные или сложной конфигурации. Основные деформируемые горизонты расположены в делювиальных глинистых отложениях. Размеры оползней небольшие (длиной 20–30 м, шириной до 60–80 м). Иной характер и строение имеют оползни, распространенные на берегах лиманов (озеро-лиман Ялпух и правобережье Днестровского лимана). На берегу Днестровского лимана (р-н с. Семеновка) оползни блоковые, близкие по строению к оползням в береговой зоне моря.

На изучаемой территории оползней всего около 542 из них образовавшихся в с 2001 по 2006 год около 96, львиная доля приходится на север Тарутинского района (рис. 1). По наблюдениям ПричерноморГРГП в 2006-2007 годах по непосредственным полевым наблюдениям за счет подъема уровня подземных вод произошло и выявлено 57 оползней [7].

Увлажненность склонов как главный фактор образования оползней на эрозионных склонах долин рек, балок и оврагов в свою очередь формируется за счет региональных условий: температурно-влажностного режима и режима уровня подземных вод.

В этой связи нами были проанализированы закономерности и особенности климатических факторов и режима уровней грунтовых вод в скважинах государственной и региональной наблюдательных сетей (рис. 1).

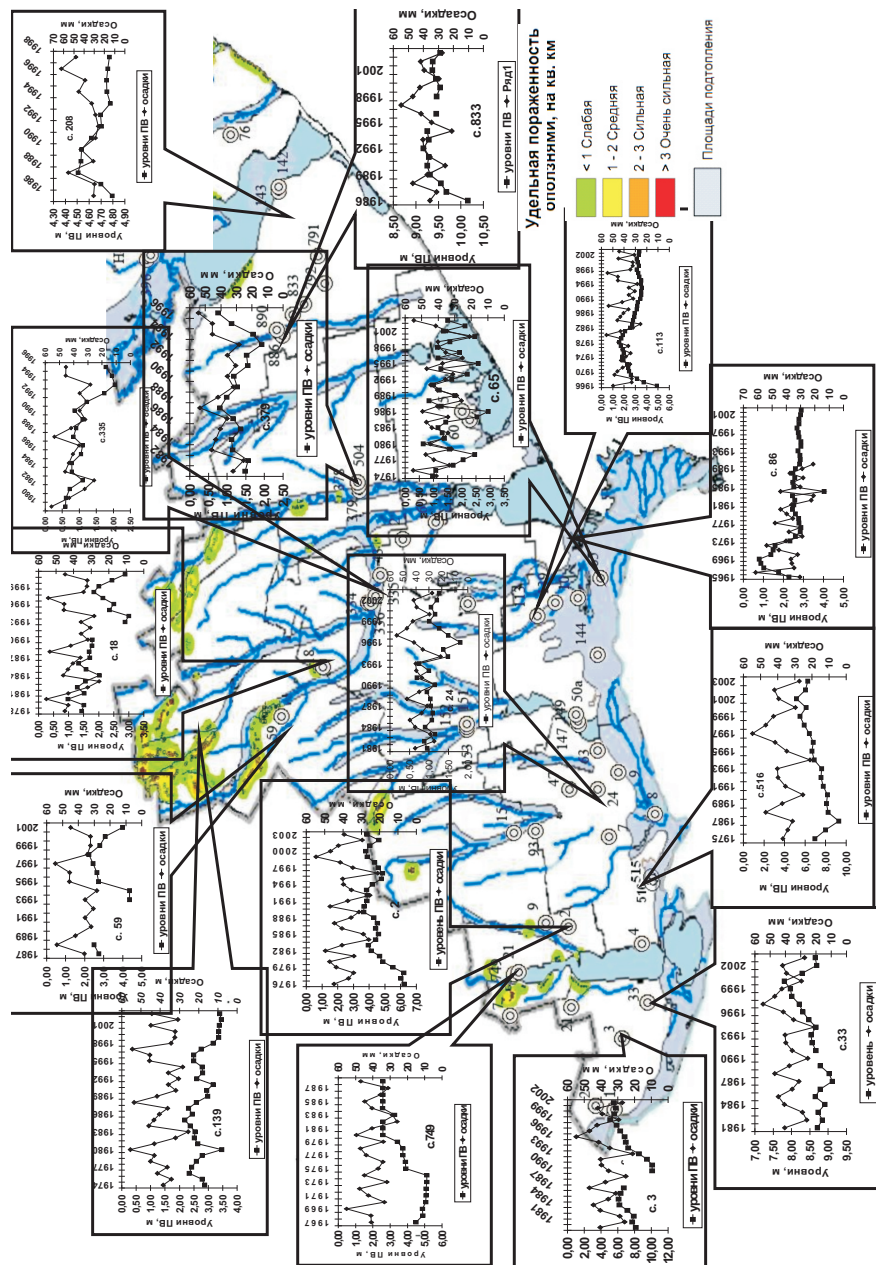


Рис. 1. Карта-схема развития опасных геологических процессов с характеристикой режима уровня подземных вод.

В основном оползни в районе исследований характеризуются естественным режимом формирования. Около 70 оползней (23%) образовалось в результате искусственного поднятия уровня подземных вод при сооружении водоемов в районе сел Височанское, Новоукраинка, Приречное, Скряваница и Новое Тарутино и некоторые другие.

Было установлено, что климатические условия определяют периодичность оползневого процесса, влияние на формирование: среднемноголетние ритмы увлажнения, контролируют массовое проявление оползней (рис. 2, 3, 4). Ранее нами была выявлена закономерность увеличения активизаций оползней в связи с увеличением выпавших осадков [1, 2].

### Роль режима грунтовых вод в процессе подтопления

Основными факторами формирования и развития процесса подтопления в пределах территории юго-западной части Одесской области являются: благоприятные для развития процесса подтопления геологические и инженерно-геологические условия и высокий уровень водно-хозяйственной техногенной нагрузки.

Наиболее подтоплены дельта и пойма Дуная (Килийский р-н), которые расположены в юго-западной части области и является зоной сплошного очень интенсивного подтопления. Расположенные севернее Днестровско-Дунайская и Когильницкая лесовые равнины подтоплены значительно меньшей мерой, здесь подтопленными являются в основном долины рек и крупные балки.

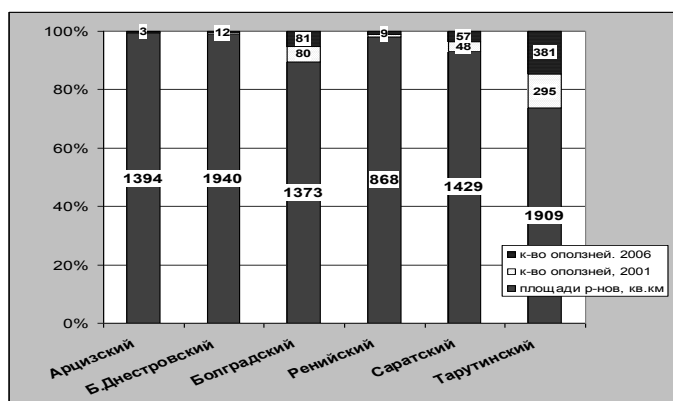


Рис. 2. Диаграмма распространения оползней (количество) по административным районам.

Действительно, подтопление территорий зачастую спровоцировано орошением. Большинство оросительных систем расположено на водораздельных равнинах, которые характеризуются слабой естественной дренированностью, наличием мощной (20–35 м) толщи лессовых пород, которые залегают на водоупорных красно-бурых глинах плиоцена.

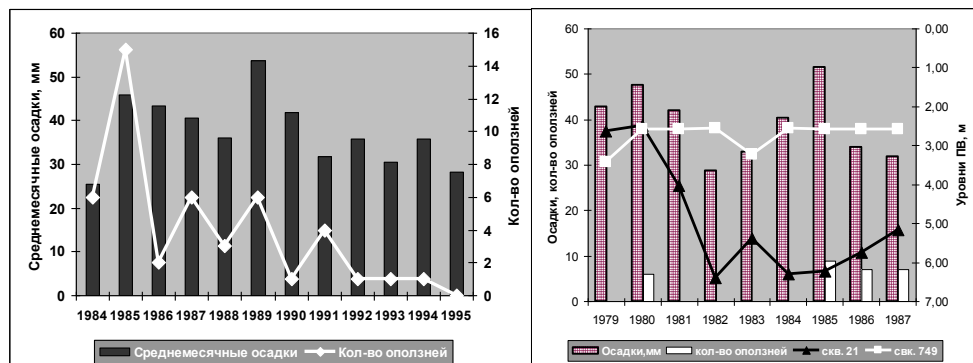


Рис. 3. Хронологический график количества оползней всех типов на участке XVI и атмосферных осадков, смещенных на один предыдущий год по ГМП «Сарата» ( $R=0,58$ ;  $p=0,05$ ).

Рис. 4. Хронологический график изменения количества блоковых оползней на берегах оз. Ялпух, атмосферных осадков и динамики грунтовых вод на участке.

На диаграмме (рис. 5) видно, что наибольшая интенсивность подтопления в последние десятилетия характерна для Татарбунарского, Тарутинского, Белгород-Днестровского и Саратовского районов. Здесь подтопление обусловлено, главным образом, наличием оросительных систем водораздельного типа.

### Влияние атмосферных осадков и режима грунтовых вод на процессы эрозии

На развитие эрозионных процессов основное влияние оказывают неотектоническая активность, геологическое строение (наличие лессовых и песчаных пород, которые легко размываются), атмосферные осадки, их количество, характер выпадения, сезонность выпадения, величина углов наклона дневной поверхности. За последнее время на активизацию эрозионных процессов сильное влияние оказывает антропогенная

деятельность: неправильное распаивание склонов, вырубка древесной и кустарниковой растительности, сброс жидких отходов и т. п. Имеются также натурные наблюдения, которые свидетельствуют и в пользу значения грунтовых вод. Их роль зачастую проявляется в усилении процессов линейной эрозии, а также плоскостной — на склонах водоразделов.

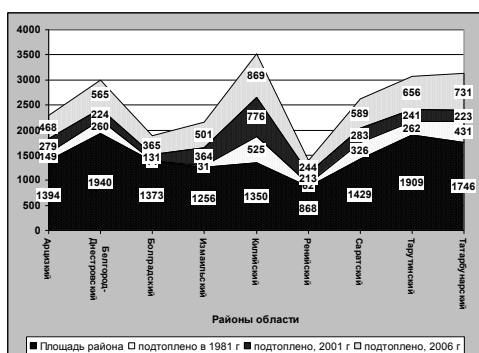


Рис. 5. Диаграмма развития процесса подтопления (площади в км<sup>2</sup>) по административным районам.

Разнообразные факторы, которые содействуют развитию эрозии, их сочетание и величина проявления повлияли на степень эрозионного поражения. Так, на территории исследований в зависимости от степени проявления эрозионных процессов можно выделить несколько градаций горизонтального расчленения рельефа: от очень слабой и слабой до сильной (рис. 6).

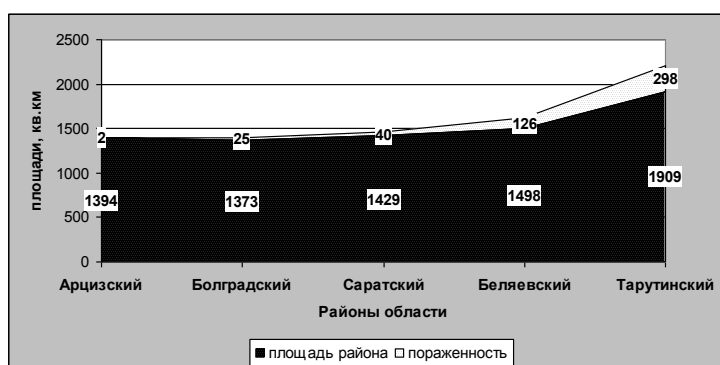


Рис. 6. Диаграмма степени поражения территории изучаемых районов процессом эрозии (по состоянию на 2001 г)

Эрозионными формами рельефа вскрываются лессовидные суглинки, красно-бурые глины, известняки и песчано-глинистые отложения новороссийского подъяруса, песчано-глинистые отложения с включением гравия и галечника плиоценовых террас среднего Днестра. Они также расположены по долинам больших рек, где даже вскрыты отложения меотиса общей мощностью около 25 м. Эрозионные врезы на севере территории достигают глубины 60–80 м.

По результатам анализа влияния подземных вод на развитие овражной и речной эрозии статистически не доказано, хотя на качественном уровне на отдельных участках положительная тенденция в влиянии грунтовых вод просматривается (рис. 7).

### Анализ зависимости развития инженерно-геологических процессов от режима грунтовых вод

Обобщенная характеристика степени площадного поражения изучаемой территории суммарно всеми видами процессов, обусловленных хозяйственной деятельностью человека, подтверждает уже не раз прозвучавшее в различных публикациях утверждение о значительной, а иногда и губительной для природы степени техногенного изменения. В Заднепровье можно наблюдать полное соответствие этому высказыванию.

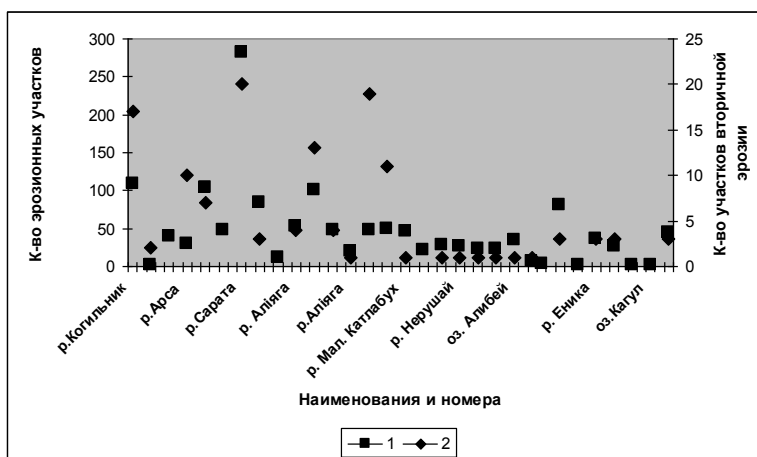


Рис. 7. Характеристика интенсивности эрозионных процессов  
1 — общее количество эрозионных участков (речная и овражная эрозия);  
2 — количество участков эрозии, связанной с проявлением оползневых и других ЭГП.



Принимая во внимание предположение, что некоторые инженерно-геологические процессы сингенетичны процессу подтопления на орошаемых массивах, мы попытались проанализировать действительность этой гипотезы. На большей части изучаемой территории уровни грунтовых вод находятся на критической глубине или повышались в длительный период времени. Особенно это характерно для территорий Килийского, Измаильского, Болградского районов и частично Татрунарского.

Анализ пространственной характеристики степени поражения ЭП техногенного происхождения и динамики грунтовых вод подтверждает наше предположение о том, что режим первого от поверхности водоносного горизонта оказывает опосредованное влияние на развитие, в том числе, и техногенных (инженерно-геологических) процессов (рис. 8, 9).

## **Выводы**

В результате изучения распространенности и интенсивности экзогенных геологических процессов и динамики уровней грунтовых вод в пределах исследуемой территории были выявлены следующие закономерности и особенности этих процессов.

1. Изменения режима уровня грунтовых вод на изучаемой территории происходит как в результате влияния изменчивости климатических факторов, так и за счет орошения. Причем существуют значительные расхождения в формировании режима грунтовых вод на водораздельных пространствах и в долинах рек и крупных балок, невзирая на влияние общих закономерностей в изменении параметров климата на указанные выше процессы для отдельных участков территории. Общие закономерности циклических изменений климатических параметров отражают глобальные и региональные факторы, а геологическое строение и рельеф

2. Выявлены положительные тенденции влияния изменений уровня грунтовых вод на формирование и активизацию оползней на изучаемой территории: с подъемом уровня грунтовых, спровоцированным, как правило, увеличением количества атмосферных осадков, происходит активизация существующих оползней и возникновению новых. Эта особенность присуща в первую очередь оползням на эрозионных склонах.

3. Процесс подтопления напрямую связан с режимом первого от поверхности водоносного горизонта. Однако на участках оросительных систем эта зависимость не представляется столь очевидной. Но незави-

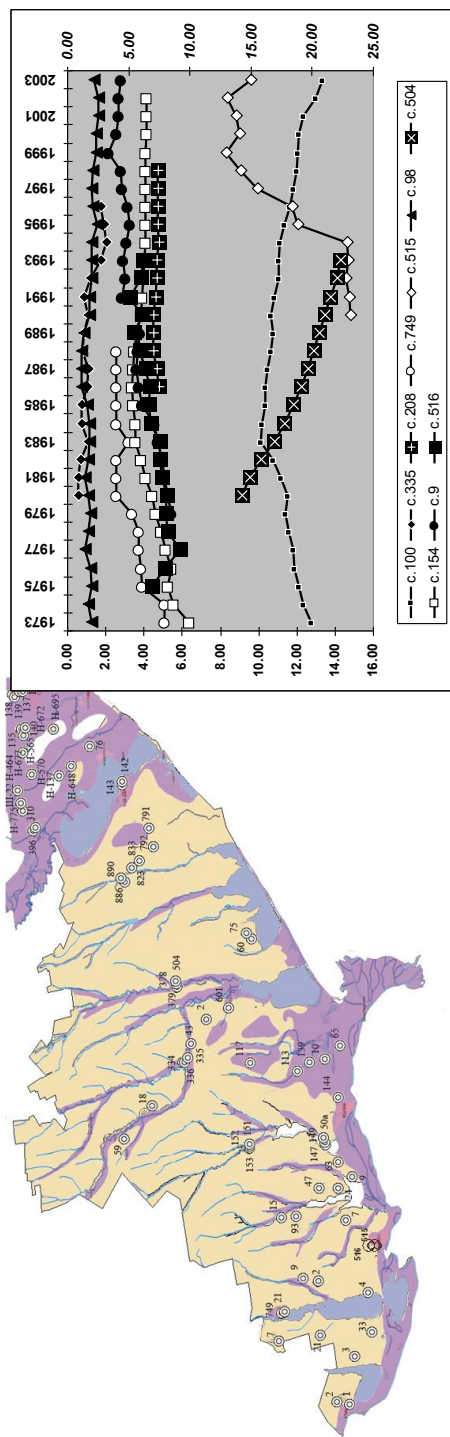


Рис. 8. Фрагмент карты площадей развития ЭПП под воздействием техногенеза [ 7 ] (слева) и изменение уровней грунтовых вод в наблюдательных скважинах, расположенных на территориях с высокой степенью техногенной нагрузки (справа).

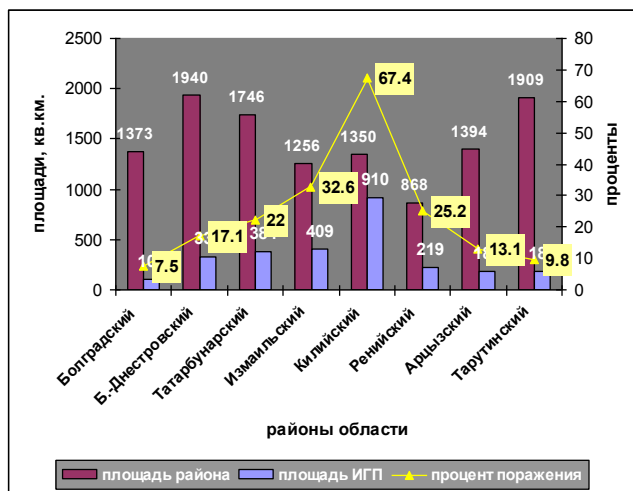


Рис. 9. Диаграмма степени поражения изучаемой территории ЭГП за счет хозяйственной деятельности человека.

симо от искажающего влияния орошения, как установлено нами ранее [1, 2], изменения климатических факторов и режима грунтовых вод подчиняются периодическому закону изменчивости.

4. Эрозионные процессы, так же, как и инженерно-геологические (техногенного происхождения), не зависят непосредственно от режима подземных вод, но на качественном уровне и в ряде случаев на основе статистической обработки можно сделать положительное заключение по поводу влияния первого от поверхности водоносного горизонта на указанные процессы.

5. В результате выполненных исследований выявлены закономерности и особенности развития геологических и инженерно-геологических и построены атрибутивно-статистические модели влияния динамики грунтовых вод на эти процессы для отдельных участков исследуемой территории.

### Список використаної літератури

1. *Є. Г. Коніков.* Умови формування режиму підземних вод під впливом природних та антропогенних чинників в межах Придністровського гідрогеологічного району (Одеська область)

- / Є. Г. Коніков, В. Г. Тюрєміна, В. В. Дупан, Д. С. Недбаєва, Г. С. Педан. // Вісник ОНУ, сер. географічні та геологічні науки. — 2009. — Т. 14. — Вип. 16. — С. 219–241.
2. *Є. Г. Коніков.* Режим ґрунтових вод в межах Бузько-Куяльницького гідрогеологічного району (Одеська область) як фактор процесу підтоплення / Є. Г. Коніков, Дупан В. В., Педан Г. С., Тюрєміна В. Г., Чубенко М. С. // Вестник ОНУ. — 2010. — Т. 15. Вип. 10. — С. 175–192.
  3. *Система* моніторингу підземних вод України. Спостережна мережа на підземні води. Державний рівень узагальнення. Дніпропетровськ: ДВ Укр.ДГРІ, 2006р. — 95 с.
  4. *Анісімов О. М.* Звіт з моніторингу підземних вод в Одеській області (період 1996–2000 роки). — Одеса, 2001.
  5. *Гузенко З. Є.* Звіт з введення ДВК, державного обліку використання підземних вод, моніторингу ресурсів та запасів підземних вод в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях. — Одеса, 2006.
  6. *Єремєєва Т. Г.* Звіт «Моніторинг підземних вод в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях». — Одеса: ПричорноморДРГП, 2006. — 108 с.
  7. *Черкасов В. О.* Звіт з моніторингу екзогенних геологічних процесів в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях. — Одеса: ПричорноморДРГП, 2006. — 213 с.

Стаття надійшла до редакції 10.09.2012

**Дупан<sup>1</sup> В. В., Жилавська<sup>2</sup> Р. П., Коніков<sup>3</sup> Є. Г., Педан<sup>4</sup> Г. С., Черкасов<sup>5</sup> В. О.**

<sup>1,2,4</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра інженерної геології й гідрогеології, <sup>3</sup>Проблемна науково-дослідна лабораторія інженерної геології узбережжя моря, водосховищ і гірських схилів ОНУ, Шампанський пров., 2, Одеса, 65058, Україна,

<sup>5</sup>Державне регіональне геологічне підприємство «ПричорноморДРГП», Чапаївської дивізії, 1, Одеса, 65070, Україна.

## **ВПЛИВ ЗМІН РЕЖИМУ РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД НА ЕКЗОГЕННІ ГЕОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАДНІСТРОВ'Я (ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ)**

В статті представлені результати вивчення зміни режиму першого від поверхні водоносного шару й умов розвитку екзогенних геологічних процесів, засновані на статистичній обробці даних моніторингу за підземними водами й геологічними процесами, що виконується в «ПричерноморДРГП». Обраний термін спостережень за досліджуваними параметрами становить близько 40 років. Показане, що зміна режиму підземних вод впливає на процес підтоплення території й побічно на інші процеси (зсуви, лінійна й площинна ерозія та інші). Побудовано атрибутивно-статистичні моделі розвитку досліджуваних процесів.

**Ключові слова:** клімат, ґрунтові води, режим, зсуви, підтоплення, ерозія

**Dupan<sup>1</sup> V. V., Zhilavskaya<sup>2</sup> R. P., Konikov<sup>3</sup> E. G., Pedan<sup>4</sup> G. S., Cherkasov<sup>5</sup> V. A.**

<sup>1,2,4</sup>Odessa National Machnikov University, Department of Engineering Geology and Hydrogeology, Shampansky prov., 2, Odessa, 65058, Ukraine, <sup>3</sup>Problem laboratory of engineering geology of sea's coasts, reservoirs and hillsides, Shampansky prov., 2, Odessa, 65058, Ukraine, <sup>5</sup>State Enterprise «PrichernomorGRGP», 25-Chapaevskoi divizii, 1, Odessa, 65070, Ukraine

## **INFLUENCE OF CHANGES OF THE REGIME OF SUBSURFACE WATER LEVEL ON EXOGENIC GEOLOGICAL PROCESSES IN ZADNEISTROV'YE TERRITORY (THE ODESSA AREA)**

In article results of studying of change of the regime of underground water (first horizon) and development conditions the exogenic geological processes, based on statistical processing monitoring data behind underground waters and the geological processes, carried out state enterprise «PrichernomorGRGP» are presented. The periods of supervision over investigated parameters makes about 40 years. It is shown, that change of the regime of underground waters has direct influence on process of flooding and indirectly on many other processes (landslide, linear and sheet erosion, ect.). Natural-statistical models of development of these processes are constructed.

**Keywords:** climate, subsurface waters, regime, landslide, flooding, erosion.