

# ОСОБЕННОСТИ ТИПИЗАЦИИ УЧАСТКОВ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ПОЙМЕ РЕКИ КОГИЛЬНИК В СЛОЖНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА АРЦЫЗ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ)

**П.В. Жирнов**

*Научно-исследовательский и проектный институт градостроительства,  
Киев, Украина*

## **Аннотация**

В статье, на основе инженерной оценки природных условий исследуемой территории, даются принципы выделения участков разной степени пригодности для строительства мелиоративной системы осушения поймы реки Когильник в пределах города Арцыз Одесской области, которая подвергается процессам затопления и подтопления. Детально проанализированы литологические и гидрогеологические особенности строения поймы реки Когильник. Предложены конструктивные мероприятия по улучшению гидрогеологических и инженерно-геологических условий строительства малопригодных участков поймы.

**Ключевые слова:** гидротехническое строительство, мелиоративное осушение, гидрогеологические условия, механические свойства грунтов, инженерная защита

# THE FEATURES OF THE AREA'S TYPIFICATION FOR HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION IN THE FLOODPLAIN LAND OF KOGILNYK RIVER IN THE DIFFICULT HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS (WITHIN ARTSYZ TOWN OF ODESSA REGION)

**P. Zhyrnov**

*Research and Design Institute of Urban Development, Kyiv, Ukraine*

## **Abstract**

This article, based on an engineering evaluation of natural conditions of the researchable area, is giving the principles of allotment of varying degrees of suitability for the construction of drainage system in the floodplain land of Kogilnyk river within Artsyz town of Odessa region, which is subject of flooding and inundation. Lithologic and hydrogeological features of the structure of a floodplain of river Kogilnyk are minutely analyzed. Constructive measures are given for improving the hydrogeological and geotechnical conditions of construction in the unsuitable floodplain sites.

**Keywords:** hydraulic engineering, drainage reclamation, hydrogeological conditions, mechanical properties of soils, engineering protection

В соответствии со статьей 80 пунктом 7 Водного кодекса Украины с целью сохранения водности небольших рек запрещается предоставление земельных участков в поймах под любые виды строительства, однако, единственным исключением остается гидротехническое строительство [1, С.46].

Гидрогеологическая ситуация, сложившаяся в пойме р. Когильник г. Арцыз Одесской области довольно сложна – это объясняется постоянным подтоплением и периодическим затоплением поймы, поэтому строительство здесь мелиоративной осушающей системы является необходимой мерой для улучшения экологической и аноксигенной обстановки в городе [3, С.15-16].

Первоочередным заданием для разработки технического проекта мелиоративной системы является выяснение природных условий, которые будут влиять на выбор участков под застройку, устойчивость и себестоимость гидротехнического сооружения.

Изучаемая территория приурочена к Причерноморской низменности и представлена поймой р. Когильник. Русло р. Когильник в основном слабо выражено, на пониженных участках поймы имеются ложбины, старицы, бугры, конусы выноса. Уклон поймы с севера на юг изменяется от 0,00025 до 0,0008. Ширина поймы колеблется от 0,6 до 1,75 км. Абсолютные отметки меняются от 7,09 м до 17,28 м [2, С.102-103]. По характеру и степени расчлененности территории выделены следующие генетические типы рельефа:

- 1) Эрозионно-аккумулятивный – пойма р. Когильник;
- 2) Склон I-ой надпойменной террасы.

Густота овражно-балочной сети достигает 0,25-0,50 км/км<sup>2</sup>. Рельеф бассейна холмистый, представлен эрозионно-аккумулятивными формами, сложенный в основе неогеновыми ракушечными известняками, обнажающимися у с. Новоселовка с прослоями глин и песков. На всем протяжении р. Когильник извилиста со староречьями и берега из-за этого являются обрывистыми [3, С.19-21].

На всем протяжении пойма частично затапливается весенними и летними паводками и вода задерживается в старицах и понижениях. Подъем уровня воды весной происходит в середине февраля - начале марта. Наибольший подъем уровня до 3,5 м в нижнем течении до 1,5-1,8 м. На спаде половодья возможны дождевые паводки, что замедляет его ход, продолжительность спада до 2 месяцев. Летняя межень наступает с конца апреля, характеризуется пересыханием реки, прерывается летними паводками, в июне-августе высотой до 2 м. Продолжительность ливневых паводков до 10 дней, из них подъем составляет 2-3 дня [4, С.62].

В геологическом строении исследуемого массива осушения принимают участие нижнечетвертичные и современные отложения. Пойменная часть исследуемого массива представлена комплексом современных аллювиальных отложений:

- 1) Суглинок легкий буровато-серый, темно-серый, песчанистый, мягкопластичный. Имеет повсеместное распространение в виде линз. Мощность достигает 3,0 м. Абсолютные отметки колеблются от 12 до 16 м.
- 2) Суглинок средний, темно-серый, от мягкопластичного до тугопластичного. Аллювиальные суглинки средние, выдержанные как по распространению, так и по мощности. Мощность колеблется от 1,0 до 2,0 - 2,5 м. Абсолютные отметки колеблются от 12,5 до 16,5 м.
- 3) Супесь легкая и тяжёлая. Супесь легкая распространена на ограниченной территории и залегает в виде маломощных слоев и линз. В единичных случаях ее мощность достигает 4,0 м. Супесь тяжелая практически имеет повсеместное распространение. Супесь серого

и буровато-серого цвета от текучопластичной до текучей консистенции. Мощность колеблется от 0,5 до 2,5 м. Абсолютные отметки колеблются от 9,00 до 15,80. Супесь тяжелая с участием фациальных переходов в супесь легкую. Является подстилающим горизонтом для выше залегающих суглинков (легких и средних). На контакте суглинков и супеси встречены линзы глины. Глины плотные, тяжелые, темно-коричневые, заиленные с максимальной мощностью 1,65-2,0 м. Все выше перечисленные разновидности относятся к современным аллювиальным отложениям, которые повсеместно залегают на древнеаллювиальных песках.

4) Пески водонасыщенные от светло-серого до серовато-желтого цвета. В кровли пески мелкие, глинистые, с прослойками глин незначительной мощности. Нижняя часть песчаной толщи представлена песком средним, до крупного с включением на подошве гравийного материала. В нижней части песчаной толщи встречаются линзы голубовато-серой, песочной, слоистой, с карбонатными включениями глины. Мощность песков практически выдержана по всей площади и колеблется от 2 до 3,4 м. Максимальное значение мощности песков достигает 5 м.

5) Стратиграфически ниже залегают нижнечетвертичные глины. Глины зеленовато-бурого цвета, плотные, в верхней части с прослойками песков и карбонатными включениями. Для вышележащих толщ глины является относительным водоупором. Максимальная вскрытая мощность зеленовато-бурых глин достигает 7 м.

Уровень грунтовых вод расположен на глубинах от 0,5 до 2 м и от 10 до 12 м. Грунтовые воды находятся в современных аллювиальных отложениях. Водовмещающими породами служат суглинки, супеси, пески (Рис. 1). В подошве водонасыщенной толщи залегают плотные глины, служащие относительным водоупором. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод, заболоченных участков староречий. Разгрузка происходит в виде пластовых выходов вдоль основания надпойменной террасы в пониженные участки поймы рек Когильник и Чага. Это объясняется причиной локального заболачивания. По химическому составу грунтовые воды преимущественно сульфатно-натриевые и повсеместно обладают сульфатной агрессивностью. Граница минерализации – до 10 г/л [3, С.52-57].

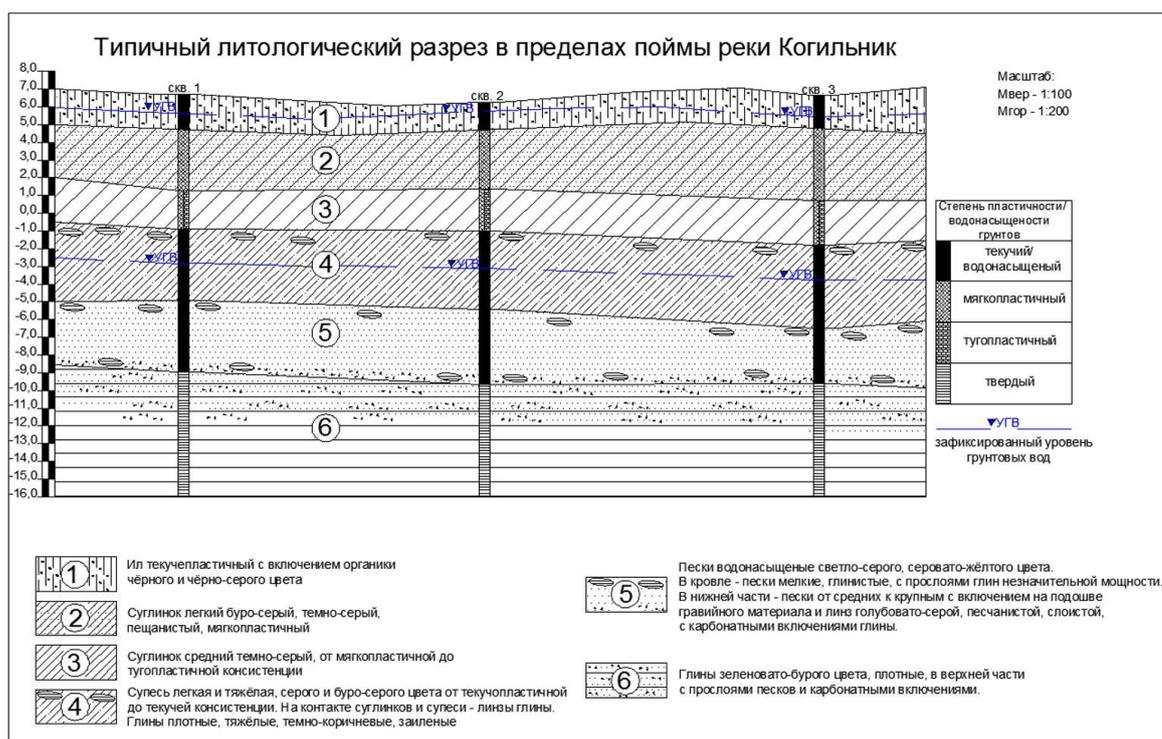


Рис. 1. Типичный литологический разрез в пределах поймы реки Когильник

Таблица 1. Нормативные показатели физико-механических и фильтрационных свойств грунтов в пределах поймы р. Когильник, г. Арциз

Наименование грунта	Допускаемые неразмываемые скорости при глубине 1.0 м	Объемный вес		Угол внутреннего водонасыщенного грунта, °	Удельное сцепление кг/см <sup>2</sup>	Коэффициент фильтрации м/сут	Коэффициент водоотдачи
		г/см <sup>3</sup>	л/см <sup>3</sup>				
1	2	3	4	5	6	7	8
Ил	0,48	1,79	1,45	11	0,06	1,35	0,63
Суглинок легкий	0,99	1,95	1,62	17	0,11	0,69	0,0046
Суглинок средний	1,33	1,93	1,58	18	0,15	0,16	0,0022
Супесь легкая	0,64	2,06	1,68	23	0,03	1,79	0,076
Супесь тяжелая	0,90	2,01	1,69	19	0,07	1,04	0,06
Песок легкий	0,39	1,92	1,61	25	-	5,8	0,14
Песок средний	0,75	1,84	1,59	31	-	14,9	0,21
Песок средний с гравием	0,90	1,71	1,47	26	-	27,4	0,29
Глина	1,63	1,89	1,49	17	0,29	-	-

Как видно из таблицы, наиболее слабыми грунтами в пределах разреза являются ил суглинистый и супесь легкая, обладающие наиболее низкими прочностными и деформативными характеристиками. Наиболее подходящим грунтом для заложения столбчатого фундамента, учитывая его физико-механические свойства, является твердая зеленовато-бурая глина. Необходимо учитывать сульфатную агрессивность подземных вод, грамотно подбирая марки цемента и материал, из которого будет состоять подземные конструкции мелиоративного сооружения. Верхние слои грунтов являются сильнопучинистыми, так как первый подземный горизонт вод встречается всего в 0,5–1 м от дневной поверхности, а глубина сезонного промерзания грунтов составляет 0,8 м. Общая сейсмичность района работ составляет 7 баллов, однако для пойменных территорий значение повышается до 8 баллов, что тоже необходимо учитывать при строительстве [10, С.13-16].

Кроме инженерно-геологических условий строительства, в данном случае, наиболее важным фактором является учет гидрогеологических условий поймы р. Когильник: уровни залегания грунтовых вод, возможность их сезонного поднятия, характеристики водовмещающих пород верхней толщи и изменение их физико-механических свойств при обводнении, степень минерализации грунтовых вод, указывающая на их агрессивность к строительным материалам [5, С.25].

В основном, первый водоносный горизонт в пределах поймы встречается на глубинах от 0,2 до 3 м. Для первой надпойменной террасы характерны значения залегания уровня грунтовых вод превышающие 3 м от дневной поверхности. Согласно СНиП 360-92\*\* залегание грунтовых выше 2 м является высоким, безопасным для строительства простых сооружений является глубина залегания подземных вод в 2,5 м от дневной поверхности [9, С.55-57].

Сезонное поднятие уровня грунтовых вод за счет выпадения интенсивных ливней и таяния снегов весной, составляет 1 м от существующего, если глубина залегания

подземных вод составляет выше 1 м, то в период поднятия такие участки подтапливаются и заболачиваются [3, С.64-68].

Горные осадочные породы, в которых находятся грунтовые воды относятся к аллювиальным (пески, супеси, суглинки, иловатые глины), в водонасыщенном состоянии, для связных грунтов (супеси, суглинки, иловатая глина) характерно сжатие модуля деформации, угла откоса и угла внутреннего трения, для дисперсных (пески, за исключением мелких и пылеватых) – повышение. Поэтому фундаменты сооружений лучше размещать либо в песках средней крупности, либо в чистых зелено-бурых глинах, которые будут служить надежным водопором (Рис. 1).

Степень минерализации грунтовых вод в пределах поймы колеблется от 2 до 10 г/л. Особенно опасными для строительных материалов являются воды с повышенной минерализацией от 7 до 10 г/л, что прямо указывает на их сильную сульфатную агрессивность.

Учитывая все описанные выше факторы, нами была составлена карта типизации строительных участков поймы р. Когильник в пределах города Арцыз по степени пригодности для целей строительства (Рис. 2).

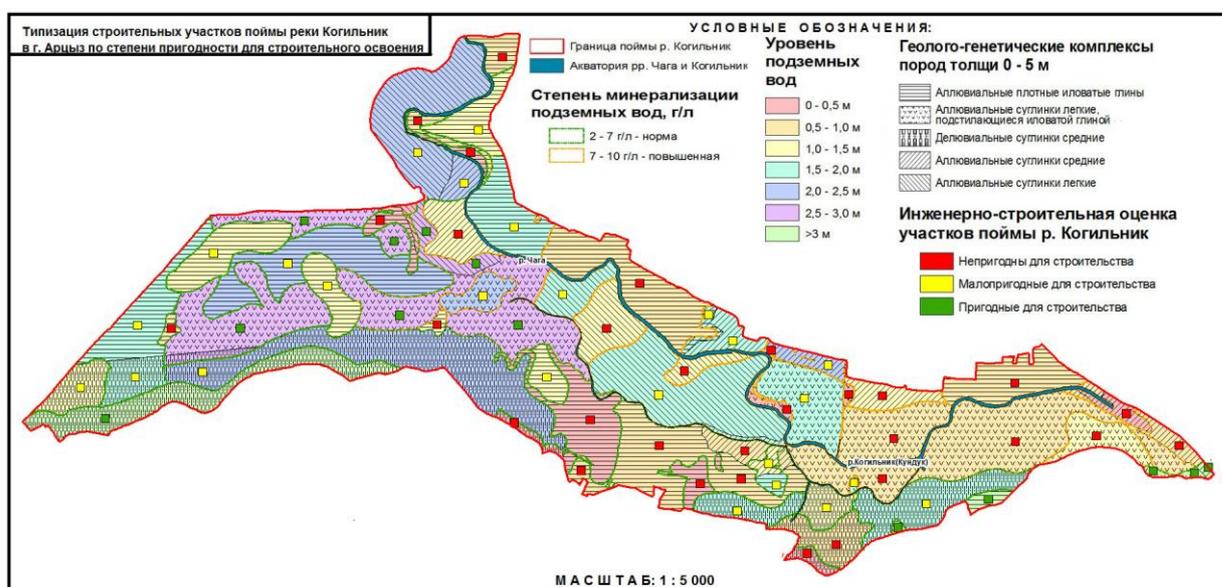


Рис. 2. Типизация строительных участков поймы реки Когильник в г. Арцыз по степени пригодности для строительного освоения

Степень пригодности участков для строительства определялась на основе данных о залегании грунтовых вод и градаций их минерализации. Всего выделены 3 категории строительных участков:

1) Непригодные участки: полностью непригодными являются участки с уровнем залегания подземных вод от 0 до 1 м от поверхности земли независимо от степени их минерализации, а также участки с уровнем грунтовых вод от 1 до 1,5 м с повышенным значением минерализации [11, С.45-49];

2) Малопригодные участки: а) с глубиной залегания от 1 до 1,5 м с нормальными значениями минерализации являются также непригодными, однако в редких случаях, когда невозможно отказаться от освоения сплошных массивов участков с такой гидрогеологической характеристикой, возможны определенные решения засчет внедрения армированных грунтов. Эти материалы (геотекстиль, георешетки, габионы,

коробчатые габионы) будучи внедренными в грунт, работают как арматура, укрепляющая его. Они прочны, устойчивы к низким температурам, а отсутствие агрессивной сульфатной среды уберезет их от коррозии, обеспечивая долговечность эксплуатации и экологичность. Главное их значение будет состоять в том, чтобы не допустить просачивания грунтовых вод из ниже лежащих слоев и изолировать металлические конструкции мелиоративных сооружений от сульфатной агрессивности подземных вод [8, С.115-116]; б) с глубиной залегания от 1,5 до 2,5 м от дневной поверхности с любой степенью минерализации – этот вариант является более подходящим от предыдущего пункта, однако и здесь необходимо выполнить определенные требования: во-первых, на территориях с повышенным значением минерализации необходимо применять плотные и химически стойкие классы бетона или изолировать фундамент от агрессивных вод с помощью глиняных замков из перемятой и хорошо утрамбованной глины в комбинации с битумным и рулонным материалом [12, С.37-38]. При кислотных источниках агрессивных вод хорошие результаты дает устройство вокруг сооружения нейтрализационных барьеров. Барьеры представляют собой канавы, заполненные известковым щебнем или камнем, которые, нейтрализуя кислоту, снижают агрессивность грунтовых вод. Во-вторых, необходимо осуществить закладку фундамента в 5 либо (что лучше) в 6 литологических слоях (пески и глины) соответственно, что обеспечит надежную эксплуатацию сооружения в дальнейшем [9, С.16-18].

3) Пригодные участки для строительства: полностью пригодными являются участки с глубинами залегания подземных вод от 2,5 и более метров от дневной поверхности – для них в пределах исследуемой территории характерны всегда нормальные показатели минерализации, в качестве основы для закладки фундамента можно использовать первый водоупорный горизонт – суглинок средний темно-серый от мягкопластичной до тугопластичной консистенции, никаких защитных мероприятий, в данном случае, не требуется [11, С.54-56].

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- учитывая слаборасчлененный рельеф поймы р. Когильник, особенности климата и гидрологического режима, существует повышенная вероятность периодического затопления. Наибольший подъем уровня происходит весной до 3,5 м в нижнем течении до 1,5-1,8 м, необходимо выбирать меженные сезоны для непосредственного строительства осушительной системы;
- в геологическом строении исследуемого массива осушения принимают участие нижнечетвертичные и современные отложения. Наиболее слабыми грунтами в пределах разреза являются ил суглинистый и супесь легкая, обладающие наиболее низкими прочностными и деформативными характеристиками. Наиболее подходящим грунтом для заложения столбчатого фундамента, учитывая его физико-механические свойства, является твердая зеленовато бурая глина. Средние показатели имеют среднезернистые водонасыщенные пески, а при глубоком залегании вод и средний суглинок от мягкопластичной до тугопластичной консистенции;
- верхние литологические слои являются сильнопучинистыми (глубина сезонного промерзания грунтов составляет 0,8 м), поэтому в качестве основания использованы быть не могут;
- сейсмичность района работ составляет 7 баллов, участка изыскания 8 баллов, поэтому все работы необходимо выполнять в соответствии с требованиями СНиП В.1.1-12-2010 «Строительство в сейсмических зонах Украины» [10, С.78-80];
- для типизации участков по благоприятности для строительства необходимо учитывать следующие гидрогеологические характеристики: уровни залегания грунтовых вод, возможность их сезонного поднятия, характеристики водовмещающих пород верхней

толщи и изменение их физико-механических свойств при обводнении, степень минерализации грунтовых вод;

- для малопригодных участков с глубиной залегания подземных вод от 1 до 1,5 м с нормальными значениями минерализации (от 2 до 7 г/л), для улучшения строительных свойств грунтов и гидроизоляции необходимо использовать армированные грунты. Для участков с глубиной залегания от 1,5 до 2,5 м с повышенной степенью минерализации необходимо применять плотные и химически стойкие классы бетона и устраивать вокруг сооружения нейтрализационные барьеры;
- пригодными участками являются такие, где уровень вод находится на 2,5 м и более метров от поверхности. Для них характерна в пределах поймы р. Когильник нормальная минерализация. Необходимости в защитных мерах в данном случае нет.

### Литература

1. Водный кодекс Украины: офиц. текст. – К. : Украинское национальное издательство, 1995. – 51 с.
2. Географическая энциклопедия Украины: в 3-х томах / Редколлегия О.М. Маринич. (отв. ред.) и др. – К. : Украинская Советская Энциклопедия имени М.П. Бажана, 1989. – 416 с.
3. Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания для обоснования проекта «Обводнение поймы р. Когильник Арцизского района Одесской области на площади 340 га: Отчет о НИР / Павленко Н. И. – Одесса: Причерноморская государственная разведывательная партия, 1995. – 85 с.
4. Клименко, В. Г. Гидрология Украины: учебное пособие для студентов-географов / В.Г. Клименко. – Харьков : Изд-во Харьковского государственного университета имени В.Н. Каразина, 2010. – 124 с.
5. Малые реки Украины: учебное пособия для студентов специальности «Гидроэкология» / А.В. Яцик. – К. : Урожай, 1991. – 156 с.
6. Михайлюк, В. И. Модели классификации и диагностики грунтов пойм рек юга Украины / В.И. Михайлюк. – Одесса : Изд-во Одесского государственного аграрного университета, 2010. – 75 с.
7. Саханова, С. И. Армированные грунтовые подушки как основание гидротехнических сооружений мелиоративных систем в торфах : автореф. дис. ... канд. техн. Наук : 05.23.07 / Саханова Светлана Ильинична. – М., 1990. – 17 с.
8. Состояние окружающей природной среды в Одесской области в 2012 году: Отчет о НИР / П. О. Гвоздецкий. – Одесса : Департамент экологии и природных ресурсов Одесской ОГА, 2013. – 266 с.
9. СНиП 360-92\*\* Планировка и застройка городских и сельских поселений. – К. : Госстрой Украины, 2002. – 109 с.
10. СНиП В.1.1-12-2010 Строительство в сейсмических районах Украины. – К. : Минрегионстрой Украины, 2010. – 121 с.

11. СНиП В.1.1-25-2009 Инженерная защита территорий и сооружений от подтопления и затопления. – К. : Минрегионстрой Украины, 2010. – 105 с.
12. СНиП В.1.4.1-24:2009 Защита от опасных геологических процессов. – К. : Минрегионстрой Украины, 2010. – 107 с.

## References

1. *Vodnyj kodeks Ukrainy* [Water code of Ukraine]. Kiev, 1995, 51 p.
2. Marinich, O.M. *Geograficheskaja jenciklopedija Ukrainy* [Geographical encyclopedia of Ukraine]. Kiev, 1989, 416 p.
3. Pavlenko, N.I. *Inzhenerno-geologicheskie i gidrogeologicheskie izyskanija dlja obosnovanija proekta «Obvodnenie pojmy r. Kogil'nik Arcizkogo rajona Odesskoj oblasti na ploshhadi 340 ga* [Engineering-geological and hydrogeological researches for justification of the project "Flood of the Kogilnik river's floodplain of the Artsyz district of Odessa region on the area of 340 hectares]. Odessa, 1995, 85 p.
4. Klimenko, V.G. *Gidrologija Ukrainy* [Hydrology of Ukraine]. Kharkov, 2010, 124 p.
5. Jacik, A.V. *Malye reki Ukrainy* [Small rivers of Ukraine]. Kiev, 1991, 156 p.
6. Mihajljuk, V.I. *Modeli klassifikacii i diagnostiki gruntov pojmy rek juga Ukrainy* [Models of classification and diagnostics of floodplain's soils of the Ukrainian South rivers]. Odessa, 2010, 75 p.
7. Sahanova, S.I. *Armirovannye gruntovye podushki kak osnovanie gidrotehnicheskij sooruzhenij meliorativnyh sistem v torfah* [The reinforced soil ballasts as the basis of hydraulic engineering constructions of meliorative systems in peat]. Moscow, 1990, 17 p.
8. Gvozdeckij P.O. *Sostojanie okruzhajushhej prirodnoj sredy v Odesskoj oblasti v 2012 godu* [Surrounding environment's stuff in Odessa region of 2012 year]. Odessa, 2013, 266 p.
9. SNiP 360-92\*\* *Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij* [Planning and construction of city and rural settlements]. Kiev, 2002, 109 p.
10. SNiP V.1.1-12-2010 *Stroitel'stvo v sejsmicheskijh rajonah Ukrainy* [Construction in the seismic regions of Ukraine]. Kiev, 2010, 121 p.
11. SNiP V.1.1-25-2009 *Inzhenernaja zashhita territorij i sooruzhenij ot podtoplenija i zatoplenija* [Engineering protection of territories and constructions against impounding and flooding]. Kiev, 2010, 105 p.
12. SNiP V.1.4.1-24:2009 *Zashhita ot opasnyh geologicheskijh processov* [Protection against the dangerous geological processes]. Kiev, 2010, 107 p.

**ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ****Жирнов Павел Владимирович**

Кандидат географических наук, ведущий инженер Научно-исследовательского и проектного института градостроительства, Киев, Украина

e-mail: [passazh@inbox.ru](mailto:passazh@inbox.ru)

**DATA ABOUT THE AUTHOR****Zhyrnov Pavel**

PhD in Geography, Leading Engineer of Research and Design Institute of Urban Development, Kyiv, Ukraine

e-mail: [passazh@inbox.ru](mailto:passazh@inbox.ru)