

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 502.3

©Волошин В.С.¹, Мнацаканян В.Г.², Рязанцев Г.Б.³,
Федосов А.В.⁴, Хасков М.А.⁵**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ДОННЫХ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
АЗОВСКОГО МОРЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА БИОГАЗА**

В статье рассмотрены природные предпосылки для образования и выделения биогаза из донного ила Северного Приазовья, проведен химический анализ донных иловых отложений, обновлена карта замеров границы ила и приведена динамика изменения состава донного ила Белосарайского залива Азовского моря за 2010 и 2011 годы.

Ключевые слова: донный ил, биогаз, метан, Азовское море, химический состав, экология, углекислый газ, альтернативная энергия.

Волошин В.С., Мнацаканян В.Г., Рязанцев Г.Б., Федосов А.В., Хасков М.А. Дослідження складу донних мулових відкладень Азовського моря як потенційного джерела біогазу. У статті розглянуті природні передумови для утворення і виділення біогазу з донного мулу Північного Приазов'я, проведений хімічний аналіз донних мулових відкладень, оновлена карта вимірів кордону мулу і приведена динаміка зміни складу донного мулу Білосарайської затоки Азовського моря за 2010 і 2011 роки.

Ключові слова донний мул, біогаз, метан, Азовське море, хімічний склад, екологія, вуглекислий газ, альтернативна енергія.

V.S. Voloshyn, V.G. Mnacakanyan, G.B. Ryazantsev, A.V. Fedosov, M.A. Haskov. Investigation of the Azov sea bottom silt deposits as a potential source of biogas. The article deals with the natural conditions for the formation and release of biogas from the sludge of the bottom of the Northern Azov regio. It contains the chemical analysis of bottom silt deposits, and an updated map of the boundary measurements of silt and shows the dynamics of changes in the composition of bottom silt Belosarayskaya Bay of the Azov of Sea in 2010 and 2011.

Keywords: ground sludge, biogas, methane, Sea of Azov, the chemical composition, ecology, carbon dioxide, alternative energy.

Постановка проблемы. В силу особенностей топливно-энергетического комплекса Украины и специфики геополитической конъюнктуры региона наша страна является энергозависимой от импортного природного газа, что в свою очередь является экономически нецелесообразным и представляет угрозу ее энергетической безопасности. Для решения сложившейся проблемы на сегодняшний день для Украины существует два взаимосвязанных решения: во-первых, уменьшение потребления энергии (газа) путем применения энергоэффективных технологий в промышленности и ЖКХ, во-вторых, максимальная активизация и использование собственных традиционных и альтернативных (возобновляемых) источников энергии, в том числе источников биогаза. Донные иловые отложения Азовского моря в силу своего специфического, «богатого» органикой состава и уникального климата представляют собой высокоэффективный

¹ д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

² аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

³ научный сотрудник, ГВУЗ «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» г. Москва

⁴ канд. техн. наук, ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» г. Мариуполь

⁵ научный сотрудник, ГВУЗ «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», г. Москва

источник возобновляемого органического сырья, который может быть успешно использован для производства топлива (биогаза) и энергии методами естественной биопереработки. Биогаз образуется в результате метанового брожения биомассы. Разложение биомассы происходит под воздействием трёх видов бактерий (царства археевых) в анаэробных условиях на дне акватории моря.

Анализ последних исследований и публикаций. Научно-практические аспекты образования, химического состава и возможного дальнейшего использования донных иловых отложений Азовского бассейна исследованы в известных работах отечественных и зарубежных ученых. Определенный вклад в развитие этой тематики внесли Ю.П. Хрусталева, Ф.А. Щербаков, Н.М. Страхов, Д.Г. Панова, В.П. Зенкович, М.А. Мамыкина, Ю.П. Ильин, Л.В. Воробьева, М.Ю. Гаргопа, Г.В. Ковалева, А.С. Локтев, Е.М. Парталы, и др. [1].

Цель статьи – исследование химического состава донных иловых отложений Азовского моря, обоснование возможности добычи биогаза из донного ила в акватории моря с дальнейшим его использованием в топливно-энергетическом комплексе Украины в качестве альтернативного источника энергии.

Изложение основного материала. Специфическими особенностями, определяющими химический состав и распределение основных компонентов донных осадков Азовского моря, являются его внутриконтинентальное положение, мелководность, незначительные размеры, богатая органическая жизнь, большой приток пресных вод, отдаленная связь с Мировым океаном, своеобразный гидрологический и гидрохимический режим.

Наибольшая глубина Азовского моря 14 м в центральной части, средняя – 8,5 м. Наиболее отмела и мелководна северная часть бассейна, которая характеризуется также наибольшей изрезанностью береговой линии в связи с широким распространением береговых аккумулятивных форм. Область распространения максимальных глубин, наоборот, смещена к югу и образует «впадину», прижатую к Керченскому и Таманскому полуостровам, берега которых более приглубы и менее расчленены [1].

Вообще же, как указывает В.П. Зенкович, все берега Азовского моря исключительно отмели в связи с малой глубиной самого моря. При этом берега Азовского моря характеризуются широким развитием абразионных процессов, которые обуславливают поступление значительного количества исходного материала для образования донных осадков. Граница распространения бенча в Таганрогском заливе прослеживается на глубине 1,5-2 м, в открытом море – 3-4 м. Центральная часть дна моря представляет собой аккумулятивную равнину. Здесь осаждаются основная масса тонкозернистого материала, мощность Азовских осадков достигает 5-6 и более метров [2].

Внутриконтинентальное положение моря определяет его термический и ледовый режимы. Термический режим водных масс характеризуется сравнительной однородностью в пространстве и большой изменчивостью во времени. Наибольшая разность значений температуры воды самых крайних точек водоема обычно не превышает 3 °С. Максимальная среднегодовая температура воды наблюдается в августе и составляет около 20 °С. Минимальные значения фиксируются в феврале и изменяются от 0,9 до 1,6 °С. Ледовый режим характеризуется большой изменчивостью во времени. Только в суровые зимы все море на продолжительное время покрывается сплошным неподвижным льдом [1].

Пониженная соленость и отличный от черноморского солевой состав обуславливаются относительно большим объемом речного стока. По классификации Н.М. Книповича, Азовское море относится к солоноватоводным бассейнам. Средняя многолетняя величина солености 10,6‰, в последние годы, в связи с изъятием материкового стока, она постепенно увеличивается [1].

Органический мир Азовского моря отличается большим разнообразием и высокой продуктивностью. В настоящее время в нем установлено 324 вида свободнодвижущихся беспозвоночных и 79 видов рыб.

В предыдущих работах авторы доказали выделение биогаза в бассейне Азовского моря на примере анализа опытно-экспериментальных данных, полученных в результате исследований в акватории Белосарайского залива северного Приазовья. Было установлено, что донные иловые отложения выделяют в атмосферу биогаз со средним значением содержания метана

90% [2]. Однако для оценки объемов выделяемого газа необходимо определение химического состава, границ залегания и мощностей донных иловых отложений.

Для этих целей в течение 2010-2011 годов был сделан ряд исследований и поставлены эксперименты на базе Азовской научно-исследовательской станции (АНИС) в акватории Белосарайского залива северного Приазовья. Анализ проб был произведен в соответствии с требованиями [3].

Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание органического вещества в донных иловых отложениях в контрольных точках за 2010-2011 гг.

№	Координаты контрольных точек		2010 год		2011 год					
			Осень		Весна		Лето		Осень	
	N	E	Зольность, %	Органика, %	Зольность, %	Органика, %	Зольность, %	Органика, %	Зольность, %	Органика, %
1	46° 56.549'	37° 13.171'	85,71	14,29	91,87	8,13	95,93	4,07	95,75	4,25
2	46° 57.046'	37° 14.501'	93,23	6,77	90,44	9,56	95,47	4,53	96,67	3,33
3	46° 56.900'	37° 15.159'	93,00	7,00	83,32	16,68	89,28	10,72	90,35	9,65
4	46° 56.617'	37° 16.041'	89,70	10,30	85,37	14,63	85,62	14,38	88,36	11,64
5	46° 56.401'	37° 16.589'	90,17	9,83	86,47	13,53	90,65	9,35	91,13	8,87
6	46° 56.225'	37° 16.970'	-	-	-	-	89,65	10,35	-	-

Однако в контрольных точках 1-6 пробы ила отбирались с поверхности дна и в районе прибрежной зоны, что не позволяет однозначно оценить содержание органического вещества в иловых осадках залива. Поэтому были отобраны пробы из различных участков залива, причем не только с поверхности дна, но и из глубин иловых отложений в 0,5-1 метр, результаты которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание органического вещества в донных иловых отложениях в Белосарайском заливе в 2011 г.

№	N	E	Зольность, %	Гистограмма (зольность, %)	Органика, %	Гистограмма (органика, %)
1.0	46° 57.046'	37° 14.452'	95,15		4,85	
2.0	46° 57.021'	37° 14.451'	97,12		2,88	
2.1	46° 57.021'	37° 14.451'	96,79		3,21	
3.0	46° 57.004'	37° 14.433'	95,19		4,81	
3.1	46° 57.004'	37° 14.433'	95,06		4,94	
3.2	46° 57.004'	37° 14.433'	94,21		5,79	
4.0	46° 56.982'	37° 14.415'	93,02		6,98	
4.1	46° 56.982'	37° 14.415'	94,85		5,15	
4.2	46° 56.982'	37° 14.415'	93,56		6,44	
5.0	46° 56.373'	37° 13.439'	89,63		10,37	
6.0	46° 56.357'	37° 13.477'	92,46		7,54	
6.1	46° 56.357'	37° 13.477'	89,95		10,05	
7.0	46° 56.307'	37° 13.489'	88,77		11,23	
7.1	46° 56.307'	37° 13.489'	91,33		8,67	
7.2	46° 56.307'	37° 13.489'	91,22		8,78	

Как показывают результаты, значение содержания органического вещества в иловых осадках Белосарайского залива намного выше, чем средневзвешенное значение (около 2-3%) [1].

Цифра «0» после точки в нумерации означает, что проба была отобрана с поверхности дна, а цифры «1» и «2» после точки в нумерации означает, что проба была отобрана с глубины

дна соответственно 0,5 и 1 метр.

Для определения области биогазовой активности необходимо определить границы илистых отложений. Исследование границ илистых отложений северного побережья Азовского моря, а также взятия проб ила для анализа на содержание органических веществ, проводились в районе пгт. Ялта и с. Юрьевка Першотравневого района Донецкой области. Замеры границы ила происходили на глубинах 1,2-3,5 метра летом 2010-2011 годов в нормальных погодных условиях при следующих значениях климатических факторов окружающей среды:

- температура - плюс 30 ± 2 °С;
- относительная влажность воздуха - 75-80%;
- атмосферное давление – 757 - 760 мм рт. ст.;
- скорость ветра до 3 м/с.

Данные исследования проходили на базе Азовской научно-исследовательской станции (АНИС). Для замеров границ ила было использовано следующее оборудование: лодка, GPS навигатор – для определения координат точек замера, полая трубка для взятия проб дна. Полученные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

Координаты границы залегания ила в акватории
Белосарайском заливе в 2010 -2011 годах

Исследования в 2010 году					
№	Координаты замеров		№	Координаты замеров	
	N	E		N	E
1.	46°56.237'	37°13.569'	12.	46°56.700'	37°13.745'
2.	46°56.344'	37°13.357'	13.	46°56.715'	37°13.822'
3.	46°56.350'	37°13.418'	14.	46°56.762'	37°13.934'
4.	46°56.383'	37°13.470'	15.	46°56.855'	37°14.027'
5.	46°56.383'	37°13.476'	16.	46°56.993'	37°14.097'
6.	46°56.527'	37°13.533'	17.	46°57.016'	37°14.162'
7.	46°56.556'	37°13.601'	18.	46°57.042'	37°14.224'
8.	46°56.588'	37°13.645'	19.	46°57.040'	37°14.250'
9.	46°56.596'	37°13.675'	20.	46°57.036'	37°14.322'
10.	46°56.653'	37°13.651'	21.	46°57.028'	37°14.382'
11.	46°56.692'	37°13.694'			
Исследования в 2011 году					
№	Координаты замеров		№	Координаты замеров	
	N	E		N	E
1.	46°56,444'	37°13,527'	16.	46°57,004'	37°14,059'
2.	46°56,43'	37°13,447'	17.	46°56,956'	37°13,98'
3.	46°56,341'	37°13,348'	18.	46°56,898'	37°13,924'
4.	46°56,206'	37°13,253'	19.	46°56,837'	37°13,865'
5.	46°56,114'	37°13,151'	20.	46°56,785'	37°13,817'
6.	46°56,004'	37°12,945'	21.	46°56,737'	37°13,774'
7.	46°55,884'	37°12,78'	22.	46°56,707'	37°13,688'
8.	46°55,829'	37°12,67'	23.	46°56,68'	37°13,631'
9.	46°55,828'	37°12,554'	24.	46°56,636'	37°13,577'
10.	46°55,835'	37°12,468'	25.	46°56,563'	37°13,526'
11.	46°55,921'	37°12,396'	26.	46°56,508'	37°13,484'
12.	46°55,954'	37°12,39'	27.	46°56,468'	37°13,432'
13.	46°55,973'	37°12,395'	28.	46°56,437'	37°13,357'
14.	46°55,998'	37°12,835'	29.	46°56,371'	37°13,291'
15.	46°57,04'	37°14,239'	30.	46°56,28'	37°14,059'

По полученным замерам была построена карта расположения границы ила Белосарайского залива Азовского моря (рисунок).

Для определения химического состава донного ила осенью 2011 года были отобраны пробы с трех точек с максимальным накоплением (мощностями) иловых отложений. После оп-

ределения зольности, пробы подверглись элементному анализу на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL OPTIM'X. Прибор оснащен компактным гониометром SmartGonio™ с 3 кристаллами AX06, PET, LiF200 и двумя детекторами FPC и SC для последовательного анализа элементов от F (Z=9) до U (Z=92). В качестве источника излучения для флуоресцентного анализа в данном приборе применяется расположенная под образцом рентгеновская трубка мощностью 50 Вт с Rh-анодом и Ве-окном толщиной 0,075 мкм. Расположение трубки под образцом позволяет анализировать разнообразие проб: твердые, жидкие, непрессованные порошки, прессованные таблетки, спеченные глобулы, пасты. Для проведения анализа пробы были высушены и подвергнуты обжигу (для определения зольности [3]), далее измельчены лабораторной мельницей Pulverisette 7 premium line и спрессованы в таблетку автоматическим прессом «X-Press®» (35-тонн). Результаты исследований приведены в табл. 4 и 5.

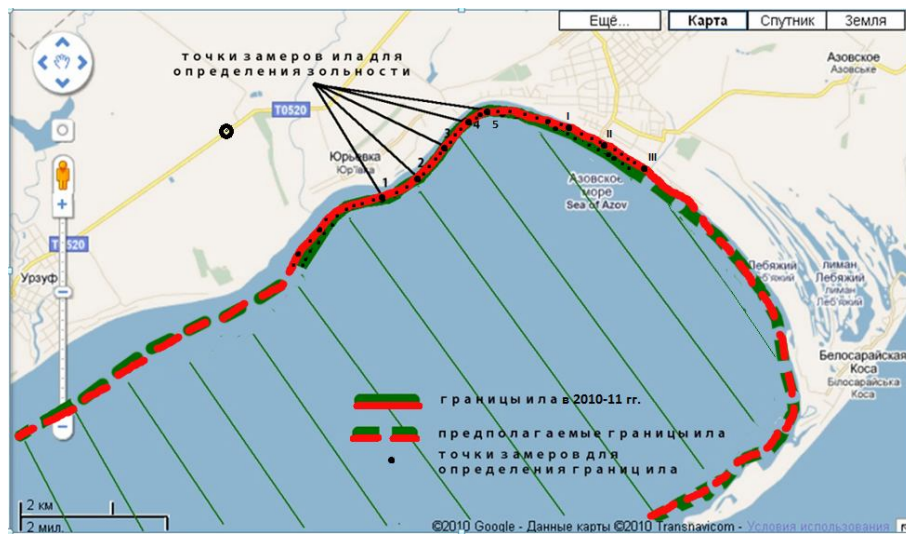


Рисунок – Карта расположения границы ила и точек отбора проб для определения процентного соотношения органического вещества в составе ила

Таблица 4

Содержание органического вещества в пробах

№	N	E	Зольность, %	Гистограмма (зольность, %)	Органика, %	Гистограмма (органика, %)
1	46° 56.296'	37° 16.212'	90,38		9,62	
2	46° 56.168'	37° 16.502'	87,07		12,93	
3	46° 56.104'	37° 17.484'	89,61		10,39	

Таблица 5

Результаты элементного анализа I, II и III проб на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL OPTIM'X

Соединения	I проба	II проба	III проба	Элемент	I проба	II проба	III проба
	Массовая доля, %	Массовая доля, %	Массовая доля, %		Массовая доля, %	Массовая доля, %	Массовая доля, %
1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	61,43	66,05	65,21	Si	28,72	30,88	30,48
Al ₂ O ₃	16,12	13,75	14,56	Al	8,53	7,27	7,71
Fe ₂ O ₃	6,08	4,8	5,15	Fe	4,25	3,36	3,6
CaO	4,24	5,17	4,48	Ca	3,03	3,69	3,2
MgO	2,86	2,2	2,37	Mg	1,72	1,33	1,43
Na ₂ O	2,68	1,97	2,04	Na	1,99	1,46	1,52
K ₂ O	2,58	2,25	2,32	K	2,14	1,87	1,93
SO ₃	2,4	1,88	2,16	Sx	0,96	0,752	0,866

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
TiO ₂	0,639	0,54	0,568	Ti	0,383	0,324	0,34
P ₂ O ₅	0,297	0,299	0,313	Px	0,13	0,47	0,137
MnO	0,213	0,242	0,236	Mn	0,165	0,131	0,236
Cl	0,138	0,47	0,202	Cl	0,138	0,187	0,16
WO ₃	0,132	0,166	0,146	W	0,105	0,132	0,113
BaO	0,0401	0,043	0,0495	Ba	0,0359	0,037	0,0443
Pb	0,0247	0,0342	0,029	Pb	0,0247	0,0306	0,025
ZnO	0,0224	0,0303	0,0268	Zn	0,018	0,0256	0,0249
SrO	0,0223	0,0211	0,0258	Sr	0,0189	0,0156	0,0218
V ₂ O ₅	0,022	0,0186	0,0207	V	0,0123	0,0104	0,0153
ZrO ₂	0,0191	0,0175	0,0194	Zr	0,0141	0,0141	0,0156
Cr ₂ O ₃	0,0151	0,0123	0,0167	Cr	0,0103	0,009	0,0094
CuO	0,0112	0,0108	0,0122	Cu	0,0089	0,0074	0,0083
Co ₃ O ₄	0,0104	0,0103	0,0109	Co	0,0076	0,0082	0,008
Rb ₂ O	0,0082	0,0066	0,0074	Rb	0,0075	0,006	0,0059
NiO	0,0081	0,0064	0,0073	Ni	0,0064	0,005	0,0067

Зная температурный режим воды, концентрацию органического вещества и химический состав ила, можно сделать приблизительный расчет объемов выделяемого биогаза [4] (не менее 8 м³/м² метана в год).

Выводы

1. На основании проведенных исследований и составленной карты можно сделать вывод о том, что Азовское море представляет собой гигантский естественный метановый генератор. По нашим оценкам, вся расчетная акватория Азова, где есть илистые отложения, может выделять около 90 миллиардов кубометров метана за год. Это объем превышает годовое потребление природного газа в Украине.
2. Определено содержание органических веществ в донном иле Белосарайского залива северного Приазовья, которое оказалось более чем в 2 раза выше средних значений по акватории в целом. Ожидаемое образование биогаза на квадратный метр поверхности моря составляет не менее 8 м³/м² в год.
3. Для определения химического состава донного ила произведен элементный анализ на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL OPTIM'X, результаты которого представляют интерес в дальнейших исследованиях.

Список использованных источников:

1. Хрусталеv Ю.П. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления / Ю.П. Хрусталеv, Ф.А. Щербаков. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1974. – 148 с.
2. Волошин В.С. Исследование биогазовой продуктивности донного ила Азовского моря // Вестник ПГТУ, Сер. : Тех. науки / В.С. Волошин, В.Г. Мнацаканян, Г.Б. Рязанцев, Т.Г. Данилова, М.А. Хасков – Мариуполь, 2011 – С. 261-265.
3. Склярова М.К. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации / М.К. Склярова. – М. : Изд-во Стройиздат, 1977. – 302 с.
4. Янко В.Г. Обработка сточных вод и осадка в менантенках / В.Г. Янко, Ю.Г. Янко. – Киев : Будивельник, 1978. – 120 с.

Bibliography:

1. Khrustalev Y.P. Late Quaternary sediments of the Azov Sea and the conditions of their accumulation / Y.P. Khrustalev, F.A. Shcherbakov. – Rostov-on-Don, 1974. – 148 p. (Rus.)
2. Voloshin V.S. The study of bottom sludge biogas productivity of the Azov Sea // Journal of PSTU, Ser.: Tech. Science / V.S. Voloshin, V.G. Mnatsakanyan, G.B. Ryazantsev, T.G. Danilova, M.A. Husky – Mariupol, 2011. – P. 261-265. (Rus.)
3. Sklyarov M.K. Methods of process control of sewage treatment plants of urban / M.K. Sklyarov. –

Moscow : Izd Stroiizdat, 1977. – 302 p. (Rus.)

4. Yanko V.G. Sewage treatment and sludge menantenkah / V.G. Yanko, J.G. Janko. – Kiev : Budivelnik, 1978. – 120 p. (Rus.)

Рецензент: В.А. Маслов
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 19.03.2012

УДК 66.72(4Укр), 45(045)

©Шапошникова С.В.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ СОЦІАЛЬНОГО ПАРТНЕРСТВА ЯК СКЛАДОВОЇ ОХОРОНИ ПРАЦІ

У статті досліджені проблемні аспекти впровадження системи соціального партнерства в Україні. Визначена роль соціальних партнерів з охорони праці.

Ключові слова: соціальне партнерство, роботодавець, найманий працівник, держава, профспілки, колективний договір, трудова угода.

Шапошникова С.В. Исследование проблемных аспектов социального партнерства, как составляющей охраны труда. В статье исследованы проблемные аспекты внедрения системы социального партнерства в Украине. Определена роль социальных партнеров по охране труда.

Ключевые слова: социальное партнерство, работодатель, нанятый работник, государство, профсоюзы, коллективный договор, трудовой договор.

S.V. Shaposhnikova. Research of problem aspects of social partnership, as a part labour protection. In the article the problem aspects of introduction of the system of social partnership in Ukraine were investigated. The role of social partners in labour protection was specified.

Keywords: social partnership, employer, hired worker, state, trade unions, collective agreement, labour contract.

Постановка проблеми. Приймавши закон «Про соціальний діалог в Україні», що набрав чинності з 18 січня 2011 року, Україна підтвердила своє прагнення через соціальний діалог та партнерство забезпечити побудову прозорих і прогнозованих відносин між урядом, роботодавцями та найманими працівниками у питаннях застосування найманої праці з дотриманням техніки безпеки; прав працівників на своєчасне отримання заробітної плати; забезпечення нормального режиму праці й відпочинку; вирішення колективних трудових спорів тощо.

Соціальне партнерство як особливий вид суспільних відносин і закономірний результат розвинутої соціально орієнтованої економіки є в той же час важливим показником економічної та соціальної зрілості суспільства. Система соціального партнерства будується на узгодженні й захисті інтересів різних соціальних груп. Визнаючи відмінність, різноспрямованість і незахищеність (за відокремленості) інтересів окремих соціальних груп, прошарків, класів, партнерські відносини водночас передбачають усвідомлення необхідності взаємодії, взаємозалежності і неможливості існування один без одного. Соціальне партнерство передбачає забезпечення відповідних прав різним соціальним групам, прошаркам, класам на участь у процесах вироблення й прийняття рішень щодо актуальних проблем розвитку держави.

Умови формування й розвитку системи соціального партнерства в Україні суттєво відрізняються від інших країн значними особливостями. Україна тривалий час була охоплена глибокою і гострою соціально-економічною кризою, яка вразила не лише економіку, а й усі соціальні

* канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Мариупольский государственный университет», г. Мариуполь