

Прогресс, 1973. – Т. 2. – 402 с. 3. *Затула В.І.* Річна амплітуда температури повітря і континентальність клімату України / Затула В.І., Затула Н.І. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2013. – Т. 4(31). – С. 95-101. 4. *Колісник П.І.* Континентальність клімату України // Вісник Київ. ун-ту. Географія. – 1980. – Вип. 22. – С. 36-41. 5. *Хромов С.П.* Метеорологический словарь / Хромов С.П., Мамонтова Л.И. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 568 с. 6. *Маринич О.М.* Фізична географія України / Маринич О.М., Шищенко П.Г. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2003. – 479 с.

Дослідження залежності ступеня континентальності клімату України від географічного положення методами регресійного аналізу

Затула В.І., Затула Н.І.

Оцінено вплив географічного положення на континентальність клімату в окремих регіонах України. Побудовано регресійні моделі індексу континентальності клімату С.П. Хромова залежно від географічних координат та абсолютної висоти станцій.

Ключові слова: континентальність клімату; індекс континентальності клімату Хромова; регресійний аналіз; статистичні моделі.

Исследование зависимости степени континентальности климата Украины от географического положения методами регрессионного анализа

Затула В.И., Затула Н.И.

Оценено влияние географического положения на континентальность климата в отдельных регионах Украины. Построены регрессионные модели индекса континентальности климата С.П. Хромова в зависимости от географических координат и абсолютной высоты станций.

Ключевые слова: континентальность климата; индекс континентальности климата Хромова; регрессионный анализ; статистические модели.

The research of dependence of climate continentality in Ukraine on geographical location with methods of regression analysis

Zatula V.I., Zatula N.I.

The influence of geographical location on the climate continentality in different regions of Ukraine was estimated. The regression models of Khromov climate continentality index were constructed depending on geographical coordinates and the absolute altitude of the stations.

Keywords: climate continentality; Khromov climate continentality index; regression analysis; statistical models.

Надійшла до редколегії 27.01.2015

УДК 504.4 : 54

Горун В.В., Юрасов С.Н.

Одесский государственный экологический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ДАМПИНГА ГРУНТОВ ДНОУГЛУБЛЕНИЯ

Ключевые слова: оптимизация, целевая функция, дампинг грунтов, подводный отвал, шельф.

Введение. Ежегодно на украинской части шельфа Черного моря при поддержании навигационных глубин на подходных каналах к морским и речным портам изымаются сотни тысяч кубических метров грунта. Существенное снижение объемов дноуглубительных работ или их приостановка невозможны, так как дноуглубление является жизненно важной потребностью функционирования портов. В сложившейся ситуации, когда с одной стороны – при отсутствии альтернативы необходимо складировать грунты в подводные отвалы, с другой – наносится ущерб водным экологическим системам, актуальной является задача оптимизации дампинга, состоящая в выборе на акватории наиболее подходящего

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36)

места отвала грунта для рассматриваемого объекта дноуглубления.

Анализ последних исследований. Критерии районов дампинга впервые были отражены в Лондонской Конвенции 1972 г. и развиты в дальнейшем работами ГОИНа. А.А. Гончаровым [1] была предложена оптимизационная численная модель для выбора места отвала грунтов дноуглубления с учетом характерных условий распространения взвеси. На сегодняшний день для поиска районов пригодных для дампинга используется ГИС «Дампинг» [2], в которой учитывается гидрологическая структура и динамика вод, режим ветра и ветрового волнения, рельеф дна и характеристика донных отложений, гидрохимические показатели воды, геохимические характеристики донных отложений и грунтов дноуглубления, гидробиологическая характеристика донного биоценоза, навигационная и гидрографическая обстановка.

Однако, информация, получаемая при использовании этого ГИС-пакета, не позволяет выбрать район и точку в районе, где были бы оптимально сбалансированы затраты на поддержание навигационных глубин с ущербом, наносимым водным экосистемам. Кроме того, в ГИС «Дампинг» ничего не упоминается о требованиях к качеству морской среды после сброса грунта ни по содержанию его фаз, ни по содержанию загрязняющих веществ (ЗВ) на контрольном расстоянии (КР) от точки сброса (ТС). Поэтому для решения поставленной задачи открытым вопросом является разработка метода оптимизации дампинга грунтов дноуглубления, который бы включал экологическую и экономическую составляющие.

Материалы и методы исследования. Дампинг грунтов дноуглубления осуществляется при выполнении двух необходимых условий:

- ограничение содержания фаз грунтов в соответствии с нормативным документом [3];
- ограничение содержания ЗВ в облаке повышенной мутности на КР от ТС в соответствии с рыбохозяйственными нормами [4].

Первое условие проверяется при получении разрешения на дампинг грунтов на основании лабораторных исследований [3]. Второе – на основании результатов математического моделирования.

Информацию ГИС «Дампинг» по районам и два последних ограничения следует рассматривать как условия необходимые для осуществления дампинга. При их соблюдении поиск оптимального решения следует выполнять по целевой функции, включающей экологическую и экономическую составляющие.

В отдельных случаях одна из составляющих (или обе) может быть исключена, вместе с этим будет изменяться и функция поиска оптимума. Поэтому выбор оптимального района или оптимальной точки расположения отвала в районе можно осуществить с использованием следующих показателей:

- а) по приведенным затратам, включающим затраты по флоту при доставке грунта к отвалу и ущерб водным биоресурсам после сброса грунта;
- б) по ущербу водным биоресурсам после сброса грунта;
- в) по кратности разбавления ЗВ в облаке повышенной мутности на КР от ТС грунта;
- г) по расстоянию от дноуглубительных работ до места дампинга.

Таким образом, концептуально оптимизацию дампинга можно сформулировать следующим образом.

Дампинг грунтов в рассматриваемой точке будет оптимальным, если выполняются необходимые (все) и достаточные (одно из четырех) условия его осуществления.

Необходимые условия (определяющие возможность дампинга):

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36)

– через 4 часа после сброса концентрация фаз грунта ни в зоне первоначального смешения, ни за ее пределами не должна превышать $0,01LC_{50}$ (где LC_{50} – средняя летальная концентрация фазы) [3];

– в облаке повышенной мутности на КР от ТС (250 м, если оно не оговорено специально в исходных данных) концентрация ЗВ, попавших в воду, не должна превышать рыбохозяйственные нормативы [4];

– район расположения перспективной точки отвала, выбранный с помощью ГИС «Дампинг», должен быть с максимальными значениями суммарного балла [2].

Достаточные условия (оптимизирующие):

– минимум суммарных приведенных затрат, включающих затраты по флоту и ущерб экологической системе от сброса грунтов, в общем случае;

– минимум экологического ущерба от сброса грунтов, если расстояние до отвалов по вариантам отличается незначительно;

– максимум кратности разбавления попавших в воду веществ в облаке повышенной мутности на КР от ТС, если расстояние до отвалов и значения гидробиологических показателей в точках их расположения по вариантам отличаются незначительно;

– минимум расстояния до отвалов, если значения гидробиологических показателей в точках расположения отвалов по вариантам отличаются незначительно.

Рассмотрим общий случай оптимизации.

а) При решении оптимизационных задач, связанных с какой-либо хозяйственной деятельностью, в качестве целевой функции часто используют приведенные затраты. В таком случае при поиске оптимального решения в целевую функцию по вариантам включают: капиталовложения в объекты хозяйственной деятельности, приведенные к расчетному году; текущие эксплуатационные расходы по упомянутым объектам; различные виды ущербов и потерь, связанные с рассматриваемой хозяйственной деятельностью. При этом постоянные составляющие по вариантам исключают.

Проанализируем приведенные затраты по поддержанию навигационных глубин на каналах. Для этого весь процесс дноуглубительных работ разделим на две части: 1 – изъятие грунта из канала; 2 – транспортировка изъятых грунтов к месту расположения отвала и его сброс.

Для существующих каналов при выполнении ремонтного черпания первая часть работ имеет однозначную пространственную привязку. Здесь можно рассматривать варианты технологии дноуглубления и сроки проведения этих работ с целью нанесения наименьшего ущерба водным биоресурсам, учитывая при этом условия техники безопасности. Технология выполнения дноуглубительных работ является отдельным весьма сложным вопросом, который не является предметом настоящего исследования, поэтому в рамках решаемой задачи ее будем считать заданной. Таким образом, расходы по дноуглубительным работам (вместе с ними и ущерб водным биоресурсам при выполнении дноуглубительных работ) в нашей целевой функции будут постоянной величиной, которую можно не рассматривать.

Вторая часть работ связана с расходами по флоту при доставке грунта к отвалу (экономическая составляющая) и с ущербом водным биоресурсам после сброса грунта (экологическая составляющая). Целевая функция и принцип выбора оптимального варианта при работе многочерпакового земснаряда будут иметь вид

$$E = T_d \cdot W_k (\delta K_{ш}/365 + \mathcal{E}_{ш}) + Y_{БР} = \min, \quad (1)$$

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.1(36)

где T_d – продолжительность дноуглубительных работ, сут.;
 $Ш_K$ – предполагаемое количество шаланд для перевозки грунта в караване;
 $K_{Ш}$ – балансовая стоимость шаланд, тыс. грн;
 δ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений на морском транспорте, принимается равным 0,12 [5];
 $\mathcal{E}_{Ш}$ – суточные эксплуатационные расходы по шаландам, тыс.грн./сут.;
 $У_{БР}$ – ущерб биоресурсам, тыс. грн.
 Потребное количество шаланд $Ш_{Пi}$ в земкараване для работы земснаряда без простоев рассчитывается в соответствии с РД 31.74.08-85 [6] по формулам:

$$Ш_{П1} = t_{Ц} / [t_{ПОДХ} + t_{ОТХ} + t_3], \quad (2)$$

$$Ш_{П2} = t_{Ц} / t_3, \quad (3)$$

где $Ш_{П1}$, $Ш_{П2}$ – потребное количество шаланд в земкараване при работе земснаряда на один или на два борта соответственно;

$t_{Ц}$ – продолжительность цикла шаланды, ч;
 $t_{ПОДХ}$, $t_{ОТХ}$ – продолжительность подхода шаланды к земснаряду и отхода от него, ч [7];
 $t_3 = K_{ТР} W_{ТР} / (q_{ЗС} K_P)$ – продолжительность загрузки шаланды;
 $K_{ТР}$ – коэффициент использования вместимости грунтового трюма [7];
 $W_{ТР}$ – вместимость грунтового трюма, м³ [7];
 $q_{ЗС}$ – нормативная часовая производительность земснаряда, м³/ч [7];
 K_P – коэффициент разрыхления грунта [7].
 Продолжительность цикла шаланды равна

$$t_{Ц} = t_3 + S/v_1 + S/v_2 + t_P + t_{ПОДХ} + t_{ОТХ}, \quad (4)$$

где S – расстояние до отвала, км;
 v_1 , v_2 – скорость шаланды в грузу и порожнем, км/ч [7];
 t_P – продолжительность разгрузки шаланды, ч [7].
 Продолжительность дноуглубительных работ T_d рассчитывается по формуле

$$T_d = W_d / [(24 - T_{ОСТ}) q_{ЗС} K_{ТР} K_{Ш}], \quad (5)$$

где W_d – объем черпания по объекту, м³;
 $T_{ОСТ}$ – суммарное нормативное время остановок работы земснаряда за сутки, ч;

$K_{Ш} = Ш_K / Ш_{Пi}$ – коэффициент недостатка шаланд.

В суммарное суточное нормативное время остановок работы земснаряда включается: установка, снятие и завозка якорей; снабжение топливом и водой; пропуск судов; гидрометеорологические причины и прочее.

При выполнении дноуглубительных работ самоотвозными землесосами целевая функция будет иметь вид

$$E = T_d (\delta K_3 / 365 + \mathcal{E}_3) + У_{БР} = \min, \quad (6)$$

где K_3 – балансовая стоимость землесоса, тыс.грн.;
 $\mathcal{E}_3$ – суточные эксплуатационные расходы по землесосу, тыс.грн./сут.
 Продолжительность дноуглубительных работ рассчитывается по формуле

$$T_d = W_d / (24q), \quad (7)$$

где q – производительность самоотвозного землесоса, м³/ч.

В общем случае q рассчитывается по формулам [6]:
при работе с переливом –

$$q = [W_{TP} + Q_{CM} P_C t_{ПЕР} K_Y] / t_{Ц}, \quad (8)$$

при работе без перелива –

$$q = [Q_{CM} P_{П} t_{ГР} K_Y + W_{ГР} (1 - K_Y)] / t_{Ц}, \quad (9)$$

где W_{TP} – вместимость трюма землесоса, м³;
 Q_{CM} – подача грунтовых насосов по смеси, м³/ч;
 P_C – консистенция смеси, сливаемой за борт;
 $t_{ПЕР}$ – продолжительность перелива, ч;
 K_Y – коэффициент уноса грунта течением;
 $t_{Ц}$ – продолжительность цикла землесоса, ч;
 $P_{П}$ – консистенция смеси, подаваемой в трюм;
 $t_{ГР}$ – продолжительность грунтозабора, ч;
 $W_{ГР}$ – объем грунта в трюме в состоянии естественного залегания, м³.
 Продолжительность цикла землесоса рассчитывается по формуле [6]

$$t_{Ц} = t_{ГР} + t_{РАЗ} + t_X + t_{УСТ} + t_{РАЗГ}, \quad (10)$$

где $t_{РАЗ}$ – продолжительность разворотов при смене галсов, ч;
 t_X – продолжительность хода землесоса на отвал и обратно, ч;
 $t_{УСТ}$ – продолжительность съемки и установки землесоса, ч;
 $t_{РАЗГ}$ – продолжительность разгрузки трюма, ч.

Уменьшим количество составляющих в (6), подставив в его первое слагаемое выражения (7), (8) или (9) и (10)

$$T_D (\delta K_3 / 365 + \mathcal{E}_3) = a [t_{ГР} + t_{РАЗ} + t_X + t_{УСТ} + t_{РАЗГ}], \quad (11)$$

где $a = W_D (\delta K_3 / 365 + \mathcal{E}_3) / \mathfrak{e}$;
 $\mathfrak{e} = 24 [W_{TP} + Q_{CM} P_C t_{ПЕР} K_Y]$ – при работе с переливом; (12)
 $\mathfrak{e} = 24 [Q_{CM} P_{П} t_{ГР} K_Y + W_{ГР} (1 - K_Y)]$ – при работе без перелива. (13)

В формуле (11) величины $t_{ГР}$, $t_{РАЗ}$, $t_{УСТ}$ и $t_{РАЗГ}$ не зависят от расстояния до перспективных точек отвала, эти слагаемые можно не учитывать в целевой функции, тогда (6) можно записать в виде

$$E = W_D t_X (\delta K_3 / 365 + \mathcal{E}_3) / \mathfrak{e} + Y_{БР} = \min. \quad (14)$$

Если проделать аналогичную операцию с формулой (1), то ее тоже можно представить в виде (14). В этом случае:

$$t_X = S/v_1 + S/v_2 - \text{время хода шаланды на отвал и обратно}; \quad (15)$$

$$\mathfrak{e} = (24 - T_{ОСТ}) q_{ЗС} (t_{ПОДХ} + t_{ОТХ} + t_3) K_{ТР} K_{Ш} - \text{при работе на один борт}; \quad (16)$$

$$\mathfrak{e} = [(24 - T_{ОСТ}) W_{ТР} K_{ТР}^2] / K_P - \text{при работе на два бота}. \quad (17)$$

Для укрупненных расчетов формулу (14) можно записать в виде:
для земснарядов –

$$E = W_D t_X (\delta K_{Ш} / 365 + \mathcal{E}_{Ш}) K_P / [24 W_{ТР} K_{ТР}^2] + Y_{БР} = \min, \quad (18)$$

для землесосов –

$$E = W_D t_X (\delta K_3/365 + \Xi_3) / [24W_{TP}] + Y_{BP} = \min. \quad (19)$$

В формулах (1), (6), (14), (18) и (19) первое слагаемое зависит от расстояния до перспективной точки отвала. Чем больше это расстояние, тем больше приведенные затраты по флоту. Второе слагаемое находится в прямой зависимости от биологической продуктивности района расположения отвала.

б) Если расстояние до перспективных точек по вариантам отличается незначительно, то в формулах (1), (6), (14), (18) и (19) первое слагаемое можно не рассматривать, и поиск оптимального решения представляется возможным выполнить, учитывая только ущерб водным биоресурсам. Оптимальной будет точка с минимальным ущербом.

в) Если значения гидробиологических показателей в рассматриваемых точках расположения отвалов и расстояние до них по вариантам отличаются незначительно, то формулы (1), (6), (14), (18) и (19) использовать нельзя. В этом случае в качестве функции поиска оптимума можно использовать показатель кратности разбавления ЗВ в облаке повышенной мутности на КР от ТС грунта. Оптимальной будет точка с максимальной кратностью разбавления.

г) Если значения гидробиологических показателей в рассматриваемых точках расположения отвалов по вариантам примерно равны, то второе слагаемое в формулах (1), (6), (14), (18) и (19) можно не рассматривать. В этом случае минимум приведенных затрат по флоту будет наблюдаться в точке, ближайшей к месту дноуглубительных работ.

Для всех вариантов поиска оптимального решения необходима надежная информация о характеристиках облака повышенной мутности на КР от ТС грунта. Расстояние от ТС грунта до места оценки качества вод по рыбохозяйственным нормам для пресноводных водоемов составляет не более 500 м. Для прибрежных вод морей это расстояние составляет 250 м (за исключением отдельных случаев).

Практическое использование предлагаемой методики. Для МТП «Керчь» необходимо было рассмотреть три перспективные точки в Керченском предпроливье и выбрать наиболее подходящую (рис.1).

Диаметр отвалов принят равным 1 морской миле (КР составляет 900 м).

Точка № 1: координаты 45°00'00" СШ и 36°24'24" ВД; средняя глубина (H_{CP}) – 16,0 м; средняя скорость течения (V_{CP}) – 0,10 м/с.

Точка № 2: координаты 45°01'36" СШ и 36°27'12" ВД; H_{CP} = 20,0 м; V_{CP} = 0,20 м/с.

Точка № 3: координаты 45°00'00" СШ и 36°27'12" ВД; H_{CP} = 25,0 м; V_{CP} = 0,15 м/с.

Согласно средневзвешенной суммарной бальной оценке по градации ГИС «Дампинг» I участок набрал 142 балла, II участок – 181 балл и III участок – 174 балла.

Исходя из того, что расстояние до отвалов и значения гидробиологических показателей в точках их расположения по вариантам отличаются незначительно, поиск оптимального решения можно вести по 3-ему достаточному условию (в): по лучшему рассеянию (кратности разбавления) ЗВ, попадающих в морскую среду после сброса грунта. Для этого авторы статьи рекомендуют использовать разработанный ранее ими расчетный модуль «Дампинг-взвесь», в основу которого положено решение дифференциального уравнения турбулентной диффузии взвеси в цилиндрической системе координат [9]. Данный модуль позволяет исследовать распространение полидисперсной взвеси и определить характеристики облака повышенной мутности на КР от ТС грунта.

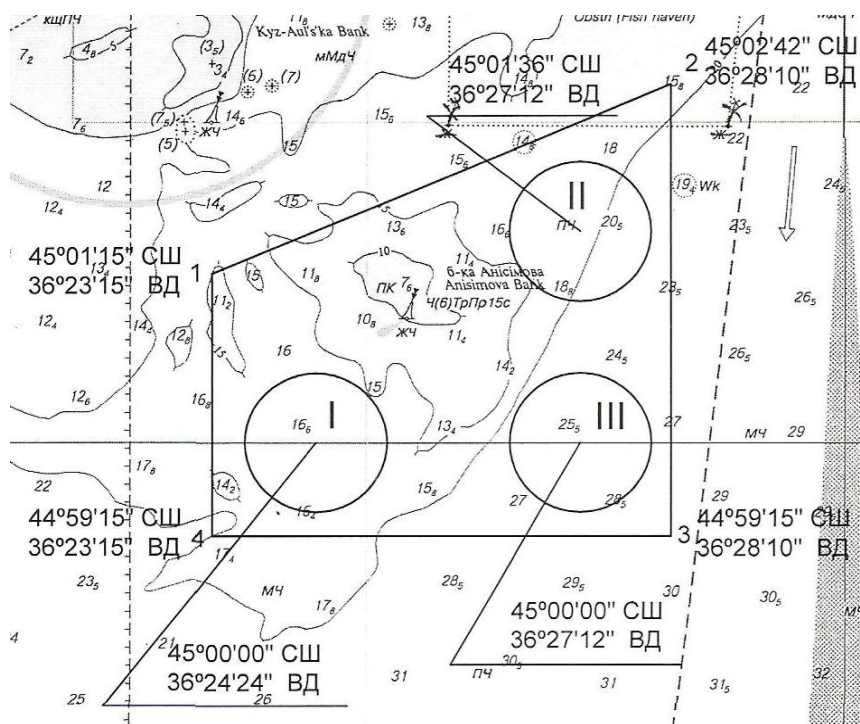


Рис. 1. Расположение перспективных точек отвала грунтов МТП «Керчь» [8]

Исходные данные. Объем залпового сброса грунта из трюма шаланд составляет 500 м³, площадь открываемых ляд трюмов – 100 м². Концентрация взвешенного вещества (ВВ) в ТС грунта принята согласно [10] 600 мг/дм³.

Гранулометрический состав (табл. 1) и результаты химического анализа проб морских донных отложений с акватории Керченского МТП (табл. 2) приняты по данным порта.

Таблица 1. Гранулометрический состав грунтов дноуглубления МТП «Керчь» [8]

№№ проб	Содержание фракций грунта, %							Плотность, т/м ³
	1-0,5 мм	0,5-0,25 мм	0,25-0,10 мм	0,10-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	менее 0,005 мм	
1	6,0	2,0	15,0	21,0	17,0	18,0	21,0	1,40
2	5,0	7,0	14,0	17,0	23,0	19,0	15,0	1,71
3	2,0	7,0	12,0	20,0	18,0	22,0	19,0	1,62
Сред.	4,0	5,0	14,0	19,0	19,0	20,0	19,0	1,56

Таблица 2. Содержание ЗВ в грунтах дноуглубления акватории МТП «Керчь» [8]

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Акватория	ГХФ	Класс
1	Кадмий	мг/кг	0,10	0,30	A
2	Ртуть	мг/кг	0,06	0,40	A
3	Свинец	мг/кг	3,25	20,0	A
4	Цинк	мг/кг	97,1	94,0	II
5	Медь	мг/кг	32,7	40,0	I
6	Железо	мг/кг	14100	36800	—
7	Марганец	мг/кг	372	650	—
8	Хром	мг/кг	48,1	84,0	—
9	Нефтепродукты	мг/кг	295	—	II

В табл. 3 приведены основные параметры зоны повышенной мутности при дампинге в трех рассматриваемых точках.

Из табл. 3 видно, что наиболее предпочтительной является точка III, поскольку рассеяние ЗВ в ней лучше, чем в других точках. На КР это видно по: наибольшей кратности разбавления (14,1); меньшей максимальной концентрации ВВ (29,0 мг/дм³) и железа (0,60 мг/дм³); бóльшим размерам зоны повышенной мутности.

Таблица 3. Основные параметры зоны повышенной мутности на КР при сбросе грунта в перспективных точках I-III

Показатель	Значения показателя по точкам		
	I	II	III
Максимальная концентрация ВВ, мг/дм ³	36,7	36,0	29,0
Общее количество ВВ в % от исходного	53,1	62,9	61,9
Радиус зоны загрязнения по ВВ (при нормативе 0,75 мг/дм ³), м	32,0÷35,8	35,7÷39,5	37,6÷41,4
Площадь зоны загрязнения по ВВ, м ²	3220÷4020	4000÷4900	4440÷5380
Кратность разбавления растворенных веществ	9,19	11,4	14,1
Максимальная концентрация железа, мг/дм ³	0,92	0,74	0,60
Радиус зоны загрязнения по железу, м	28,1÷31,9	30,1÷33,9	32,0÷35,7

Кроме того, взаимное расположение точки III и банки Анисимова (рис.1) – биологически более продуктивного участка по сравнению с окружающими участками дна, таково, что в результате преимущественного переноса водных масс из Черного моря в Азовское море и наоборот, дампинг грунтов в точке III не будет влиять на банку Анисимова.

Выводы.

1. Оптимизацию дампинга грунтов дноуглубления следует выполнять с использованием целевой функции, которая включает экономическую составляющую – приведенные затраты по флоту, связанные с доставкой грунта к отвалу, и экологическую составляющую – ущерб водным биоресурсам, возникающий от гибели живых организмов из-за сброса грунта. Оптимальным является вариант с минимумом приведенных затрат.

2. В зависимости от сложившихся условий выбор оптимального решения можно осуществить по минимуму экологического ущерба, если расстояние до отвалов по вариантам отличается незначительно; по максимуму кратности разбавления ЗВ в облаке повышенной мутности на КР от ТС грунта, если расстояние до отвалов и значения гидробиологических показателей в точках их расположения по вариантам отличаются незначительно, и по минимальному расстоянию до места отвала, если значения гидробиологических показателей в точках расположения отвалов по вариантам отличаются незначительно.

3. Практическое использование разработанного метода оптимизации дампинга грунтов дноуглубления позволило определить из трех перспективных для организации отвала участков МТП «Керчь» оптимальную точку дампинга грунтов – точку III, поскольку рассеяние ЗВ в ней лучше, чем в других точках.

Список литературы

1. Гончаров А. А. Выбор места сброса грунта с учетом экологически значимых зон на примере Пярнуского залива / А. А. Гончаров, М. А. Кравчук // Итоги исследований в связи

со сбросом отходов в море. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 79–89. 2. *Калиниченко В.И.* Современная методология выбора участков дампинга грунтов дноуглубления / В. И. Калиниченко, В. Е. Рыжко, В. Н. Кадури // Материалы III Международной конференции «Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона», 10-11 октября 2007 г. – Керчь : ЮНИРО, 2008. – С. 115–119. 3. Руководство по организации наблюдений, проведению работ и выдаче разрешений на сброс отходов в море с целью захоронения. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 64 с. 4. Постановка Кабінету Міністрів України від 11 вересня 1996 р. № 1100 «Про Порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1100-96-%D0%BF>. 5. Прогрессивные показатели технического уровня производства и строительных решений в проектах строительства, реконструкции и технического перевооружения морских портов. РД 31.31.48-88. – М.: В/О Мортехинформреклама, 1988. – 154 с. 6. Техническая инструкция по производству морских дноуглубительных работ. РД 31.74.08-85. – М. : В/О «Мортехинформ-реклама», 1986. – 172 с. 7. Нормы на морские дноуглубительные работы. РД 31.74.09-86. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1986. – 108 с. 8. Керченский филиал ГП «Администрация морских портов Украины». Технические предложения по выбору местоположения подводного отвала и проект подводного отвала грунтов дноуглубления объектов Керченского филиала ГП «АМПУ». – Одеса, 2014. – Т.3. – 53 с. – Арх. № 90414. 9. *Юрасов С. Н.* Математическая модель неустановившейся турбулентной диффузии взвеси в водном потоке / С. Н. Юрасов, В. В. Горун // Метеорологія, кліматологія та гідрологія : Межвід. наук. збірник України / Голов. ред. С. М. Степаненко. – Одеса : Вид-во «ТЕС», 2010. – Вип. 51. – С. 189–199. 10. Изучение влияния дноуглубительных работ и складирования грунта на кормовую базу рыб и ихтиофауну Днепровско-Бугского лимана : отчет (окончательный) / ХГС НАНУ. – Херсон, 2006. – 40 с.

Оптимизация дампинга грунтов дноуглубления

Горун В.В., Юрасов С.Н.

В статье обоснован метод оптимизации дампинга грунтов дноуглубления, в котором сформулированы условия, необходимые и достаточные для его осуществления. При решении оптимизационной задачи в качестве целевой функции использованы приведенные затраты по поддержанию навигационных глубин на подходах каналах. Для МТП «Керчь» найден оптимальный вариант расположения отвала грунта с учетом экологической безопасности и экономических интересов.

Ключевые слова: оптимизация, целевая функция, дампинг грунтов, подводный отвал, шельф.

Оптимізація дампінгу ґрунтів днопоглиблення

Горун В.В., Юрасов С.М.

У статті обґрунтовано метод щодо оптимізації дампінгу ґрунтів днопоглиблення, в якому сформульовано необхідні і достатні умови для його здійснення. При вирішенні оптимізаційної задачі в якості цільової функції використано приведені витрати з підтримання навігаційних глибин на підхідних каналах. Для МТП «Керч» знайдено оптимальний варіант розташування відвалу ґрунту з урахуванням екологічної безпеки та економічних інтересів.

Ключові слова: оптимізація, цільова функція, дампінг ґрунтів, підводний відвал, шельф.

Optimization of soil dumping

Gorun V.V., Urasov S.N.

The article considers method for optimization of soil dumping. The necessary and sufficient conditions for its implementation are formulated. Costs to maintaining depths for navigation of the approach channels are used as the objective function at optimization problem solving. Optimal dumping site with regard to environmental security and economic interests was found for Kerch Commercial Sea Port.

Keywords: optimization, objective function, dumping of soil, dumping site, shelf.

Надійшла до редколегії 23.01.2015