

[4] Пластинин А.Е. Оценка ущерба при разливах нефти на водных объектах / А.Е. Пластинин, В.С. Горбунов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. Выпуск 33. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – С. 53–59.

[5] Янтемирова Е.Г. Оценка размера вреда водным объектам при разливах нефти с судов / Е.Г. Янтемирова, А.Е. Пластинин // Материалы IV межвузовской научно-практической конференции «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России», 15–16 мая 2013 года. – СПб: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2013. – С. 312–316.

**Е.Ю. Чебан, М.В. Изонина**

ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**И.А. Капустин, А.А. Мольков**

ИПФ РАН

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТЕКАНИЯ НЕФТИ В КИЛЬВАТЕРНЫХ СЛЕДАХ СУДОВ В СЧАЛЕ**

Разливы нефтепродуктов, возникающие на внутренних водных путях (ВВП), в силу течения, с трудом поддаются локализации и ликвидации без принятия превентивных мер, препятствующих распространению нефти от места ее разлива на основное русло реки, что приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций (ЧС(Н)). Очевидно, что целью работа по ликвидации разливов нефтепродуктов (ЛРН) на ВВП должно быть предупреждение выхода нефтяного пятна с палубы судна и акватории предприятия на основное русло реки, т.е. перерастания разлива нефти в ЧС(Н).

Выбор технологии предупреждения ЧС(Н) должен основываться на гидродинамических особенностях потоков вблизи судов, выполняющих технологические операции с нефтью на бункеровочном рейде, акватории судостроительного или судоремонтного завода. В этом случае необходимо заранее создать такие условия, которые бы приводили к прогнозируемому распространению нефти в места с заранее известными гидродинамическими условиями и заблаговременно предусмотреть для этого специальное оборудование, характеристики которого должны исключать унос нефти.

Распространение нефти при разливе с судов в счале будет зависеть от параметров движения нефтяного пятна, которые в свою очередь определяются скоростью течения, размерами и формой корпусов судов участвующих в технологических операциях и т.д.

Были выполнены экспериментальные исследования полей скоростей течения и распространения имитатора нефтепродуктов. Схема эксперимента в опытовом бассейне приведена на рис. 1.

Компоненты скорости ( $V_x$ ,  $V_y$ ,  $V_z$ ) в толще воды измерялись с помощью акустического доплеровского velocиметра ADV (Sontek 16 MHz Acoustic Doppler Velosimeter), распространение имитатора нефтепродуктов фиксировалось видеосъемкой.

В ходе экспериментов менялась форма корпусов судов, участвующих в бункеровочных операциях, расстояние между ними, скорость потока и относительное смещение корпусов по длине. Измерения проводились в нескольких характерных точках по ширине счала судов: на оси между корпусами, в диаметральной плоскости каждого судна, по наружным бортам судов и на середине полуширины корпусов. Некоторые результаты измерений приведены на рис. 2, где показано изменение продольных и поперечных составляющих скорости для случая смещения корпусов судов относительно друг друга, при расстоянии соответствующему реальному 1 и 2 м.

Также смоделировано движение имитаторов нефтепродукта на поверхности воды за корпусами счаленных судов (рис. 3). Произведено сопоставление результатов измерений скорости потока и видеозаписей движения пленки в кильватерном следе.

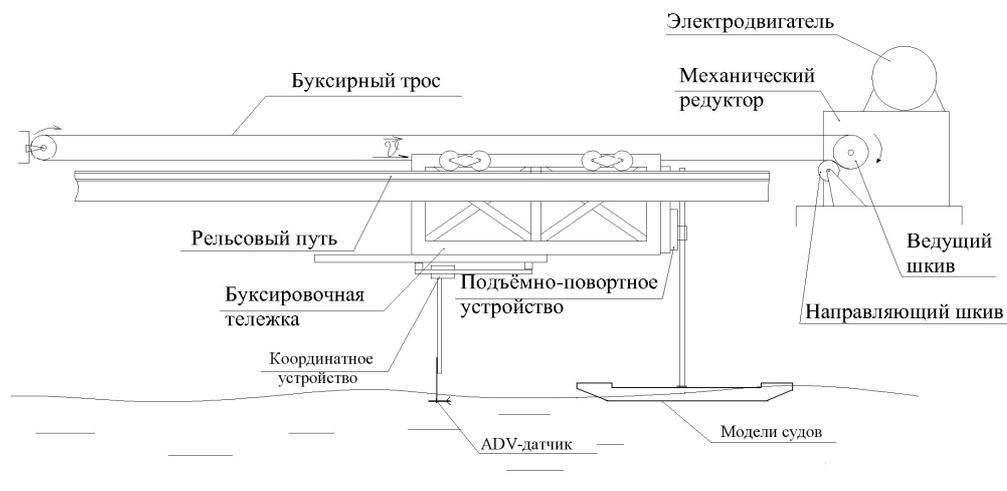


Рис. 1. Схема эксперимента в опытном бассейне ВГАВТ

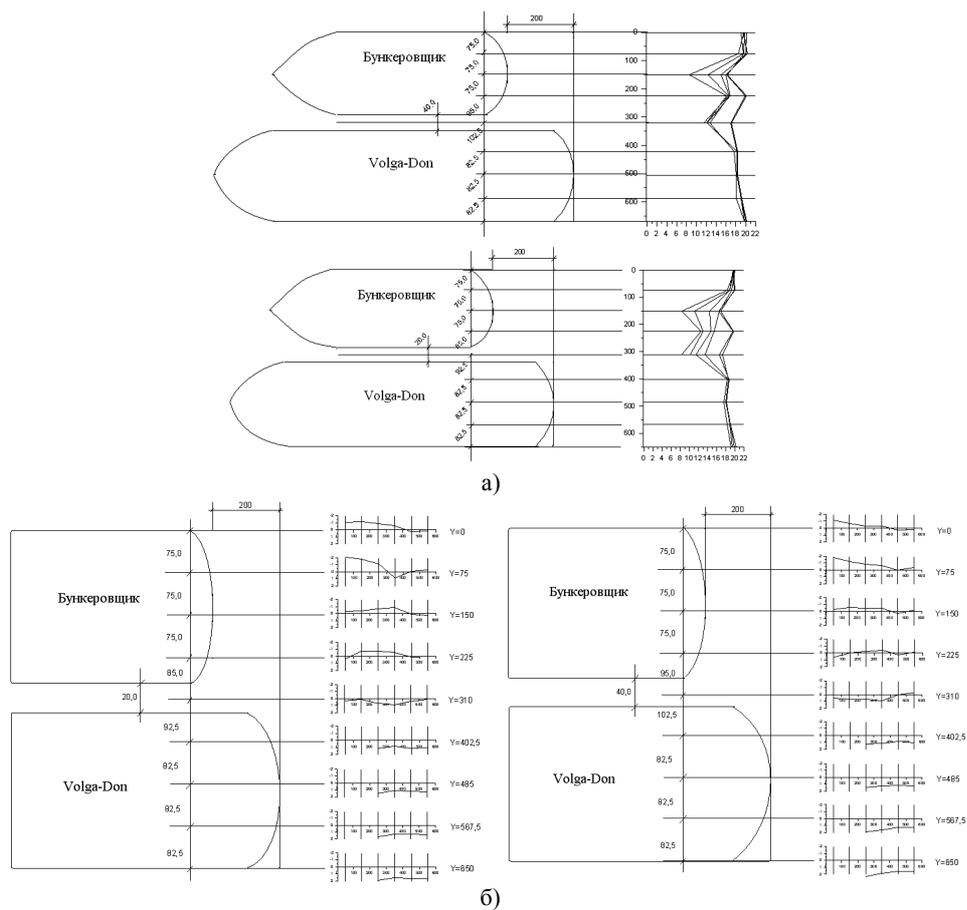


Рис. 2. Изменение продольных (а) и поперечных (б) составляющих скорости при относительном смещении корпусов вперед

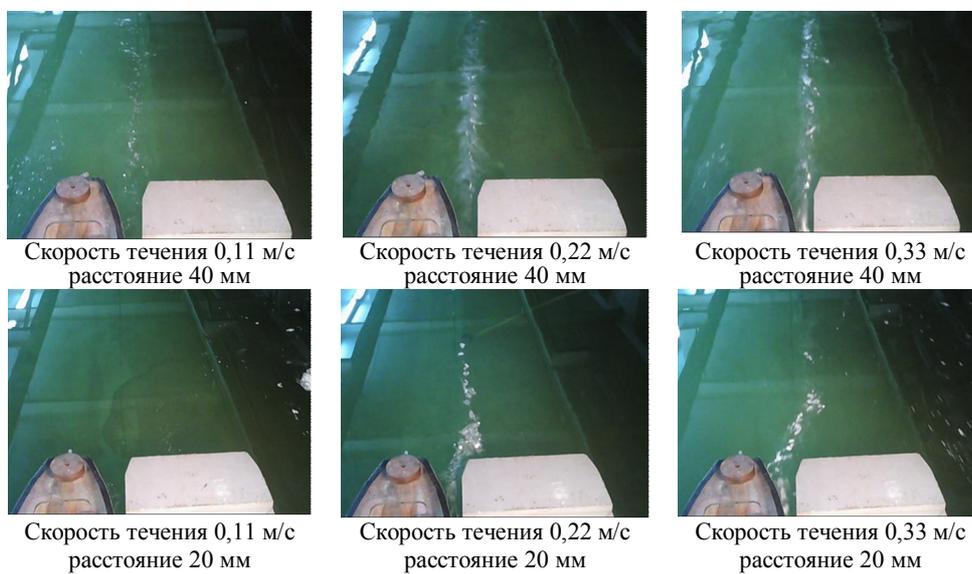


Рис. 3. Динамика имитатора загрязнителя при изменении скорости течения и расстояния между корпусами

Эксперименты показали, что для моделей судов без обводов характер спутного (сонаправленного с движением судна), движения жидкости существенно зависит от расстояния между моделями. В частности, увеличение расстояния между моделями с 20 и 40 мм, что соответствует натурному расстоянию 1 и 2 м, и может приводить к значительному увеличению скорости спутного течения в раннем следе за судами в счале. Это в свою очередь свидетельствует о том, что нефтяное пятно на поверхности, двигаясь по направлению спутного следа, может быть задержано в некотором заранее предусмотренном месте недалеко от судна специальным оборудованием (параметры и конструкция которого могут быть заранее определены). При этом при относительном продольном смещении корпусов такой картины на ранних возрастах следов (отношение расстояния, пройденного моделью, к длине самой модели) не наблюдается.

Работа выполняется при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № НК 14-08-31517/14 мол\_а).

#### Список литературы:

- [1] Oil spill science and technology. (ed. M. Fingas). Elsevier Inc. 2011. 1156p.
- [2] Монин А.С., Красицкий В.П. Явления на поверхности океана. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 376 с.
- [3] Scott J.C., Thomas N.H. Sea surface slicks – surface chemistry and hydrodynamics in radar remote sensing, in 'Wind-over-wave couplings. Perspectives and prospects', Eds. Sajjadi, Thomas and Hunt, pp.221-229, Clarendon Press, Oxford 1999.
- [4] Fay J.A., The spread of oil slicks on a calm sea. In: Hoult, D.P. (ed.), Oil on the Sea. Plenum New York (1969) pp. 53–63
- [5] Unni Hajime, Inone Ichiro. Initial behavior of oil slick. Journal Chem. Eng. Jap., 1978, vol. 11, N1, p. 13–18.
- [6] Коротаев Г.К., Кровотынцев В.А. Интегральная модель динамики нефтяного разлива.
- [7] Ермаков С.А., Капустин И.А. Экспериментальное исследование расширения турбулентного следа надводного судна. // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2010. Т. 46. № 4. с. 565–570.
- [8] Журбас В.М. Основные особенности распространения нефти в море. // Итоги науки и техники. Механика жидкости и газа, М.: ВИНТИ. 1978. т. 12. с. 144–159.
- [9] Phillips W.R.C.. On the Spreading Radius of Surface Tension Driven Oil on Deep Water. // Applied Scientific Research 57: 67–80, 1997. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- [10] Ермакова О.С., Ермаков С.А., Мальков Ю.А., Сергеев Д.А., Троицкая Ю.И. Исследование нелинейных течений, возбуждаемых стоячими поверхностными волнами в жидкости: лабораторный эксперимент. Изв. РАН ФАО. 2009.Т 45. №6. С. 846–853.
- [11] Использование программного комплекса «FlowVision» для разработки методики оценки эффективности нефтесборного бонового ограждения. // «САПР и графика», – Москва: Изд. «КомпьютерПресс», 2007. – С. 92-96.
- [12] Ермаков С.А., Капустин И.А., Мольков А.А., Сироткин Е.М., Чебан Е.Ю. Теоретическое и экспериментальное исследование эффекта прохождения нефтепродуктов за боновые ограждения. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 2. С. 127–139.