

# НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

## 54 МГАВТ

В.В. Алферов, Ю.М. Миронов.  
**Математическая формализация основных задач диспетчерского управления обработкой судов в речном порту**

## 57

О.С. Кочетов, В.К. Новиков, Е.Ф. Баранов, Т.В. Киселева. **Исследование систем виброзащиты рабочих мест на объектах водного транспорта**

## 60

А.В. Романов, Ю.А. Коржиков. **Модель оценивания профессиональной готовности судоводителя-оператора**

## 62

ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова  
В.В. Сахаров, А.А. Кузьмин, А.А. Чертков, Д.С. Тормашев. **Сплайн-метод экономического управления расходом топлива на речных судах**

## 65

ВГАВТ  
В.С. Наумов, А.Е. Пластинин. **Моделирование процессов ликвидации разливов нефти с судов**

## 70

ВГАВТ, НГЛУ  
О.Б. Соловьева, А.Г. Калинина. **Система упражнений для формирования иноязычной коммуникативной компетенции у будущих инженеров речного и морского флота (предкоммуникативный модуль)**

## 73

ВГАВТ  
А.И. Телегин, А.О. Ничипорук, В.Н. Шабров. **Технико-экономическое обоснование необходимости обеспечения речных судов дистанционными осадкомерами для определения массы перевозимых грузов**



## 74

Ю.Р. Гуро-Флорова. **Проектные технологии в процессе обучения иностранному языку будущих специалистов водного транспорта**

применение при обучении иностранному языку

## 83

НГАВТ  
В.А. Седых, А.Ю. Лапай. **Безопасность судоходства на р. Обь на участке Новосибирская ГЭС – устье р. Томь**

## 76

В.В. Крайнова. **Совершенствование управленческого учета косвенных затрат в судоходных компаниях**

## 81

О.И. Коваль. **Технология сотрудничества и ее**

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

**ТЕМА:** Математическая формализация основных задач диспетчерского управления обработкой судов в речном порту

**АВТОРЫ:** В.В. АЛФЕРОВ, старший преподаватель; Ю.М. МИРОНОВ, к.т.н., профессор

**В** современных условиях оптимальное управление работой порта неразрывно связано с минимизацией всех затрат по перевозке грузов и, в частности, по обработке флота. Однако наибольший эффект может быть достигнут за счет применения электронной научно обоснованной бизнес-модели, являющейся ядром автоматизированной системы управления (АСУ) и позволяющей (при возникновении каких-либо внутренних и внешних возмущений, изменяющих ход транспортного процесса) диспетчеру оперативно оценивать ситуацию и принимать оптимальные (или квази-оптимальные) меры.

Основу такой бизнес-модели составляют оптимальные задачи, решение которых базируется на использовании математических методов, вычислительных алгоритмов, автоматизированных рабочих мест диспетчеров, передовых средств связи и телекоммуникаций.

Внедрение в процесс диспетчерского управления (ДУ) обработкой судов (ОС) автоматизированного решения оптимизационных задач позволит порту значительно улучшить ключевые показатели функционирования, повысить конкурентоспособность, получить дополнительную прибыль.

ДУ ОС в порту, как любой процесс управления, осуществляется на основе анализа информации и ведет к его преобразованию.

Главные фазы ДУ (рис.): планирование, учет, контроль, анализ, принятие решений и регулирование.

### ОСНОВНЫЕ ФАЗЫ ДУ ОС В ПОРТУ

ДУ всегда организуется в соответствии с планом, разработанным в фазе планирования и отражающим модель технологического процесса (ТП) ОС в порту. В ходе реализации этого процесса на него оказывают влияние внешние и внутренние возмущающие воздействия ( $\omega$ ), способные привести к отклонению параметров, заданных планом. Фиксация текущего состояния и контроль выполнения последовательных операций ТП при ОС в порту осуществляются диспетчерским персоналом (ДП) в фазах учета и контроля. В фазе анализа определяются величины отклонения реализации ТП ОС от установленных планом и вызвавшие их причины.

Диспетчер, учитывая результаты анализа, вырабатывает решения ( $\rho_1, \rho_2$ ), связанные с выбором стратегии устранения возникшего отклонения. Непосредственное воздействие на ТП ОС в порту наблюдается в фазе регулирования. Оно связано с корректировкой параметров, позволяющих вернуть ТП ОС в порту на заданную траекторию движения и внести изменения в соответствующие планы.

Практическая реализация фаз ДУ для каждого звена ТП подразумевает решение ряда функциональных задач и, как следствие, получение ценной информации, с помощью которой проводится ТП ДУ ОС в порту.

Для обеспечения высокого качества ДУ такие сведения должны удовлетворять следующим требованиям:

- своевременно предоставляться ДП в нужные периоды;
- обладать необходимой для принятия диспетчерских решений (ДР) достоверностью и полнотой;
- быть доступными для мониторинга ДП в реальном времени;
- отображаться в виде альтернативных ДР, полученных благодаря использованию и реализации многовариантных расчетов, оптимизационных методов и алгоритмов управления.

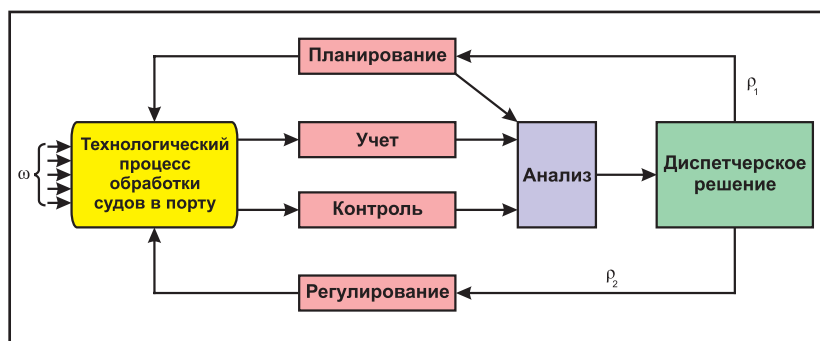
Выполнение перечисленных требований во многом зависит от принятой системы ДУ ОС в порту и ее практической реализации, которая продиктована возможностями рационального применения передовых средств связи и телекоммуникаций, вычислительной техники и информационных технологий.

В частности, автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), функциональная архитектура которой представляет собой распределенную информационно-вычислительную сеть (РИВС), наиболее полно соответствует предъявляемым характеристикам. При этом максимальная эффективность АСДУ достигается преимущественно оптимизацией выполнения эксплуатационных задач в фазах планирования, принятия решений и регулирования.

Так как при ОС в порту особенно сложными и трудоемкими фазами ТП ДУ, связанными с возможностью получения прибыли, являются планирование и регулирование, то возникает необходимость в их математической формализации, а также в разработке алгоритмов оптимального или квазиоптимального принятия решений.

Чтобы математически поставить основные задачи ДУ, формализуем текущее состояние ОС в порту.

В каждый момент времени  $t \in [0, T_{\text{П}}]$  рассматриваемый процесс определяется фазовой величиной  $\psi_i, i = \overline{1, q}$ , которая характеризуется функцией



Основные фазы диспетчерского управления обработкой судов в порту

состояний  $Z_A$  обслуживающих элементов (ОЭ) порта и управлений  $Y$ :

$$\Psi_i = \Psi(Z_A, Y), \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_A &= Z(t, q, P_q, P_{op}^A, P_{эк}^A, P_t^A) \\ Y &= Y(t, q, P_{op}^A, P_q) \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где  $q$  – количество судов, подлежащих обработке;

$P_q$  – множество эксплуатационных параметров обслуживаемых транспортных средств (тип судна, проект, номер баржи, грузоподъемность, длина, ширина, высота, осадка, класс Российского Речного Регистра, место погрузки, рейсообразот (ч), контейнеры (шт.), наименование груза, тоннаж, количество люков, наличие палуб, возможность раскрытия трюмов, особенности расположения машинного отделения и др.);

$PA_{ЭК}$  – множество эксплуатационных характеристик ОЭ;

$PA_{ОР}$  – множество организационно-регламентных параметров ОЭ;

$PA_t$  – множество временных характеристик ОЭ.

$A = \{a_k, k = \overline{1, r_k}\}$  – множество ОЭ порта.

Процесс обработки описывается множеством  $P_\Delta$  частных показателей  $\Delta_i$  временного обслуживания судов. Его величина определяется количеством единиц флота, обрабатываемых в порту, а частный показатель вычисляется с помощью выражения:

$$\Delta_i = \int_0^T \Psi(Z_A, Y) dt, \quad (3)$$

где границы интегрирования зависят от вида показателя.

Критерий-функционал, построенный на базе показателя (3), в общем виде рассчитывается так:

$$F(P_\Delta) = F\{\Delta_i, i = \overline{1, q}\}. \quad (4)$$

В качестве переменных он включает все основные факторы влияния на процесс судопропуска:  $q, P_q, A, PA_{ЭК}, PA_{ОР}, PA_t$ .

Четкое и ритмичное обслуживание флота в порту, отличающееся самым полным использованием всех видов ОЭ, возможно только при наличии оперативного планирования соответствующих выполняемых операций.

В то же время, если применять системный подход к анализу всех процессов обработки, охватываемых технологией управления, необходимо учитывать принцип принятия решений, подразумевающий процедуру регулирования.

Таким образом, при условии, что  $\Delta_i = (P_i, Y_i)$ , а  $P_\Delta = (P, Y)$ , критерий-функционал (4) примет вид:

$$F(P_i, Y_i) = F\{(P_1, Y_1), (P_2, Y_2), \dots, (P_q, Y_q)\}, \quad (5)$$

где  $P_i$  – план-график обработки  $i$ -го судна в порту.

Анализ процедур ДУ ОС выявляет их очевидную связь с периодическим решением задач как оптимизационных, так и по обработке данных. К первым относятся те, которые связаны с основными фазами, ко вторым – с обеспечивающими фазами процесса обработки данных.

Естественно, при ДУ ОС в порту самым сложным и ответственным является решение оптимизационных задач, состоящее в выработке стратегий процесса ОС на каждый момент планового периода  $t \in [0, T_\Pi]$  с учетом анализа состояния ОЭ. Следовательно, целью исследования является построение оперативных план-графиков (расписаний).

Для математической постановки задачи оперативного планирования (ОП) и регулирования ОС в порту подробнее рассмотрим текущее состояние процессов обработки.

К моменту начала планирования  $t_{\Pi} \geq 0$  порт располагает договорами на перевозку различных грузов и ограниченным множеством судов  $K_C = \{S_i, i = \overline{1, q}\}$ , для которого  $|K_C| = q$ , а также множеством ОЭ  $A = \{a_k, k = \overline{1, r_k}\}$ , в соответствии с родом груза подразделяемым на группы  $\Gamma_d = \{a_k, k = \overline{1, m_d}\} \subset A$ , где  $d = \overline{1, l}$  – номер группы,  $l$  – количество групп,  $m_d$  – количество элементов в группе.

С учетом заключенных контрактов на перевозку грузов, документов на эксплуатацию транспортных средств (ТС), причалов, перегрузочной техники, складов и железнодорожных вагонов выбирается рациональная схема доставки каждого рода груза и составляются месячные планы работ по декадам и суткам.

Каждому ТС (судну)  $S_i \in K_C, i = \overline{1, q}$ , характеризующемуся транспортной определенностью рода груза, габаритными размерами, тоннажем, директивным сроком прибытия в порт для обработки, строго соответствует заявка  $x_i \in W, i = \overline{1, q}$ , связанная с необходимостью выполнения последовательности технологических операций обслуживания элементами порта в процессе ОС, описываемыми временными и организационно-регламентными параметрами.

При этом справедливы соотношения:

1.  $W_\Sigma = \{x_i, i = \overline{1, q}\} = W_D \cup W_C$  – суммарное множество заявок на обработку судов, где  $W_D$  и  $W_C$  – множество детерминированных и случайных заявок.

2. В силу того, что реальным условиям работы ОЭ порта свойственно

наличие различных флуктуаций, то процессу ОС в каждый момент времени  $t$  соответствует строго определенная функция состояния:

$$Z_t = Z(P_t^A, P_x, P_{op}^A, P_\phi),$$

где  $PA_t = \langle P_t^1, P_t^2, \dots, P_t^{r_k} \rangle$  – упорядоченная  $r_k$ -система временных характеристик ОЭ;

$P_{xi} = \langle |W_\Sigma^t|, |W_\Sigma^{t+1}|, \dots \rangle$  – упорядоченная  $t$ -система количественно-временных характеристик связей обслуживаемых ТС;

$PA_{ОР}$  – множество организационно-регламентных параметров;

$P_\phi$  – множество параметров, описывающих флуктуации и величины возникающего несоответствия.

В этом случае математическая постановка задачи ОП и регулирования ОС в общем виде формализуется следующим образом.

В нашем распоряжении имеются:

1. Суммарное множество заявок  $W_\Sigma = \{x_i, i = \overline{1, q}\}$ , для которого характерно наличие:

а)  $F_i = F(t, P_0)$  – функция параметров, ОС в момент времени  $t$ , где  $P_0$  – множество параметров, задающих условия ОС,  $t \in [0, T_\Pi]$ ;

б)  $\phi_i = \phi(t, V)$  – функция приоритетных признаков ОС при  $t$ , где  $V$  – множество приоритетных признаков судов,  $t \in [0, T_\Pi]$ .

2. Множество ОЭ  $A = \{a_k, k = \overline{1, r_k}\}$ , для которого  $|A| = r_k$ .

3. Функция состояния обслуживания судов  $Z_t = Z(P_t^A, P_{xi}, PA_{ОР}, P_\phi)$ ,  $t \in [0, T_\Pi]$ .

Требуется найти такой план-график ОС в порту  $\Pi = \langle x_1, x_2, \dots, x_q \rangle$  и определить такую функцию регулирования  $Y = Y[t, W_\Sigma, PA_{ОР}, P_\phi]$ , при которой обеспечивается экстремальное значение  $F(\Pi, Y) = \text{extr}\{\Phi_{\Delta_i}(\Pi) / \Delta_i \in P_\Delta, \Pi \in M\}$ , где  $M$  – множество допустимых действительных планов.

При подобной формулировке в теории расписаний отсутствует даже ее формальная постановка. Это объясняется тем, что она охватывает все фазы управления ОС и предусматривает многокритериальную оптимизацию. Поэтому данную задачу целесообразно разбить на две, рассматриваемые в теории расписаний: оперативного планирования и регулирования.

Решение задачи ОП заключается в составлении оптимального план-графика обработки ТС в плановый период при отсутствии возмущений и учета только регулярных связей. Рассмотрим ее постановку.

Она зависит от ряда учитываемых факторов, влияющих на процесс обработки: типов ОС, их габаритов, родов

грузов, тоннажа, количества ОЭ и показателей качества функционирования, директивных сроков начала обслуживания.

Формализуем основные параметры множества обработки ТС для конкретного случая:

- $Z_t = Z(PA_t, P_0) = \text{const}$ ;
- $T_c = \langle T_1, T_2, \dots, T_q \rangle$  – перечень типов ТС, обслуживаемых в течение планового периода  $t \in [0, T_{\Pi}]$ ;
- $P_c = \langle P_1, P_2, \dots, P_q \rangle$  – список габаритных размеров обслуживаемых ТС в  $t \in [0, T_{\Pi}]$ ;
- $H_c = \langle H_1, H_2, \dots, H_q \rangle$  – номенклатура родов грузов, находящихся в ТС;
- $V_c = \langle V_1, V_2, \dots, V_q \rangle$  – перечень тоннажа грузов ТС;
- матрица технологичности ОС, учитывающая возможность совместной обработки:  $C_{\alpha, \gamma} = \{C_{\alpha, \gamma}; \alpha, \gamma \in K_c\}$ , где

$$C_{\alpha, \gamma} = \begin{cases} 1, & \text{если } \alpha = \gamma \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

- $D_c = \langle D_1, D_2, \dots, D_q \rangle$  – список директивных сроков окончания обработки ТС.

Математическая постановка задачи ОП трансформируется с учетом принципов его достигнутого уровня.

Для намечаемого периода времени  $t \in [0, T_{\Pi}]$  имеются: некоторая постоянная функция состояния обработки ТС  $Z_t = Z(PA_t, PA_{OP}) = \text{const}$ ; суммарное множество заявок на обработку ТС  $W_t \cup W_{t-1}$ , где  $W_{t-1}$  – множество заявок необработанных ТС в момент времени  $t-1$ ,  $W_t \cup W_{t-1} = q_1 + q_{t-1} = q$  и характерно наличие  $F_t = F(t, T_c, P_c, H_c, C_{\alpha, \gamma}, V_c, D_c)$ ;  $\varphi = \varphi(t, V)$ ,  $A = \{a_k, k = \overline{1, r_k}\}$ .

Условия, выступающие в качестве ограничений обработки ТС (ОГРОБ), условно делятся на 4 типа: технологические (ОГРТ), плановые (ОГРП), логические (ОГРЛ) и индивидуальные (ОГРИ), соответственно связанные:

- с непосредственным процессом обработки ТС, то есть с особенностями их обслуживания и эксплуатации ОЭ;
- с директивными сроками обслуживания ТС;
- с определяемостью обработки ТС и применения ОЭ;
- с конкретными, специфическими особенностями функционирования ОЭ порта.

Важно определить такой план-график ОС  $\Pi = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_q \rangle$ , когда обеспечивается экстремальное значение  $F(\Pi, Y) = \text{extr}\{F_{\Delta i}, (\Pi_t) / \Delta_i \in P_{\Delta i}, \Pi_t \in M\}$  при выполнении зависимости ОГРОБ( $i, k$ ) = f[ОГРТ( $i, k$ ), ОГРП( $i, k$ ), ОГРЛ( $i, k$ ), ОГРИ( $i, k$ )].

Оперативное регулирование (ОР), относящееся к области нерегулярных связей, может рассматриваться

как диспетчирование дополнительно множества заявок на обработку ТС, целью которого является перераспределение данной процедуры во времени из-за необходимости выполнения незапланированных операций в порту. Последние продиктованы изменениями последовательности обработки ТС, корректировкой план-графика из-за потерь регламентного фонда времени, обусловленных производственными причинами: неготовность к работе перегрузочной техники, отсутствие персонала на местах, плохие погодные условия, неготовность к обслуживанию ТС в связи с неисправностями и т.д.

Задача ОР может существенно различаться по своей постановке в зависимости от количества учитываемых факторов, влияющих на процесс управления обработкой ТС: длительности планируемого периода, причин и величин отклонения, функции предпочтения, характера анализа ситуации и принятого решения.

Рассмотрим постановку задачи ОР. В ходе реализации план-графиков обработки ТС на соответствующих ОЭ  $a_k \in A$ , согласно установленному регламенту, на каждом шаге планового промежутка времени  $t \in [0, T_{\Pi}]$  протекает процесс последовательного перехода из одного состояния в другое.

Общий вид рекуррентного соотношения, описывающего данный процесс:

$$\Phi_t(Z_t) = F_t(\Pi_t) + \Phi_{t+1}(Z_{t+1}),$$

где  $Z_t$  и  $Z_{t+1}$  – возможные состояния обработки ТС на шагах  $t$  и  $t+1$ ;

$\Phi_t$  и  $\Phi_{t+1}$  – фазовые состояния обслуживаемых судов на шагах  $t$  и  $t+1$ .

Математическая постановка задачи ОР запишется следующим образом.

В нашем распоряжении имеются:

- принятая последовательность  $t = 0, 1, 2, \dots$  шагов пересмотра регламента;

- функция состояния обработки ТС в момент времени  $t \in [0, T_{\Pi}]$ :  $Z_t = Z(PA_t, P_{xi}, PA_{OP}, P_{\Phi})$ ;

- множество регламентов обработки ТС  $\{\Pi_t, t \in [0, T_{\Pi}]\}$ ;

- множество заявок необслуженных ТС по регламенту в момент его пересмотра  $\overline{W}_{\Sigma}^t = \{x_i, i = \overline{1, q}\}$ .

Для каждого шага  $t \in [0, T_{\Pi}]$  необходимо определить такую функцию регулирования  $Y = [t, \overline{W}_{\Sigma}^t, P_{xi}, PA_{OP}]$ , для которой выполняется рекуррентное соотношение:

$$\Phi_t(Z_t, Y) = \text{extr}_{\Pi_t} [F_t(\Pi_t) + \Phi_{t+1}(Z_{t+1})].$$

При решении задач ОП и ОР в постановке, рассмотренной выше, важно

принимать во внимание ряд моментов, обусловленных спецификой организации деятельности порта и заключающихся в следующем: прибытие ТС носит случайный характер, параметры срывов функционирования системы обработки ТС оцениваются по реальному процессу, единый критерий качества обработки ТС отсутствует.

Наличие целостного множества операций, связанных с обработкой ТС, взаимодействие которых направлено на достижение конкретных целей, позволяет трансформировать задачу ОП в систему, состоящую из множества элементов, эквивалентных множеству работ. Все они отличаются высокой степенью общности по одинаковым свойствам и характеристикам, что сохраняет принцип совместности, обеспечивающий возможность их взаимодействия и подтверждающий необходимость объединения их в единое целое.

Таким образом, задача ОП относится к категории системных, которым свойственна высокая степень целостности и дифференцированности.

Загрузку ОЭ в период  $t \in [0, T_{\Pi}]$  можно рассматривать в качестве дискретного процесса с достаточной для практических целей точностью. Изменение состояния ОЭ при разбивке загрузки на отдельные промежутки времени осуществляется дискретно. Это позволяет анализировать конечное число различных состояний загрузки ОЭ во времени и трансформировать задачу в динамическую систему. Кроме того, переходы ОЭ из одного состояния в другое вполне определены однозначным преобразованием, то есть они не могут переходить из одного сразу в два и более состояния. Следовательно, данную задачу правомерно рассматривать как детерминированную систему, что доказывает существование точной функциональной зависимости, выражающей закон перехода от начальных состояний системы к конечным.

В результате анализируемая в рамках задачи система представляется многоступенчатой и динамической, и можно оценивать поведение объекта в функциональном аспекте взаимосвязи характеристик его частей и состояний системы. При этом функцию цели логично представить аддитивной и решать  $n$ -шаговую задачу, если планируемый период  $[0, T_{\Pi}]$  разбит на  $n$  шагов.

Таким образом, сочетание неопределенности и динамичности делает решение задачи ОП особо сложной проблемой как с качественной точки зрения, так и в вычислительном отно-

шении. Между тем наиболее важным моментом при оптимальном решении задач ОП и ОР является формализация понятия качества плана, понимание того, каков наилучший порядок действий. С этой целью необходимо исследовать величины, которые могут быть использованы как критерии оптимальности при решении задач, и выбирать

наиболее критичный к показателю  $\Delta_j$  критерий качества, для которого общая функция предпочтения/ценности, оценивающая качество функционирования порта, принимает максимальное значение.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Левый В.Д. Организация грузовых

работ в речном порту. Учебное пособие. – М.: Альтаир – МГАВТ, 2011. – 128 с. 2. Миронов Ю.М., Савин В.И. Автоматизированные банки данных в системе управления водным транспортом. Учебное пособие. – М.: Альтаир – МГАВТ, 2001. – 77 с. 3. Топаев В.С., Шкурба В.В. Введение в теорию расписания.– М.:Наука, 1975. – 256 с.

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

**ТЕМА:** Исследование систем виброзащиты рабочих мест на объектах водного транспорта

**АВТОРЫ:** О.С. КОЧЕТОВ, д. т. н., профессор; В.К. НОВИКОВ, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой; Е.Ф. БАРАНОВ, доцент; Т.В. КИСЕЛЕВА, аспирант; кафедра «Техносферная безопасность»

Еще советский государственный стандарт (ГОСТ 12.1.012-90) определял вибрацию в качестве одного из основных вредных производственных факторов. Тем более на современном этапе не потеряла актуальности задача создания эффективных технических средств виброзащиты персонала, в том числе на флоте и предприятиях водного транспорта. Кстати, данному вопросу посвящен ряд теоретических трудов [1-3].

Проанализируем несколько конструктивных решений.

На рис. 1 показана принципиальная схема виброизолированного помоста. Упругие элементы виброизолятора 4 могут быть выполнены в виде цилиндрических винтовых пружин или пакета последовательно соединенных тарельчатых компонентов (рис. 2А). Их внутренняя поверхность взаимодействует с рядом и соосно расположенной втулкой 2, жестко связанной со стержнем 6, продетым через отверстие в опорной поверхности 7 помоста. Стопорный механизм, используемый при перевороте последнего, представлен контргайками 5 и 6.

На рис. 2Б приведена конструктивная схема виброизолятора, когда пакет тарельчатых упругих элементов центрируется по внешнему диаметру.

На рис. 3А представлен общий вид виброзащитного сиденья, содержащего основание 1, каркас 2 с подушкой 5 и спинкой 6, связанные между собой посредством рычажного направляющего устройства 3. К каркасу 2 прикреплена

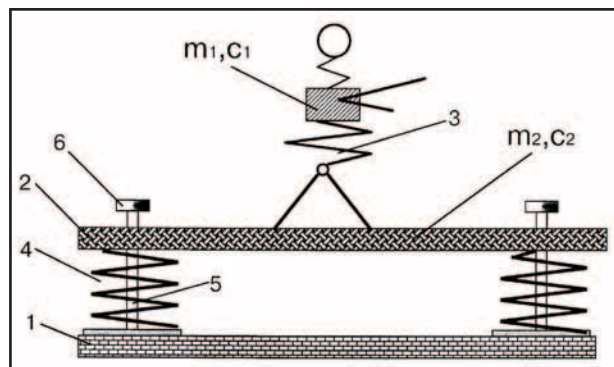
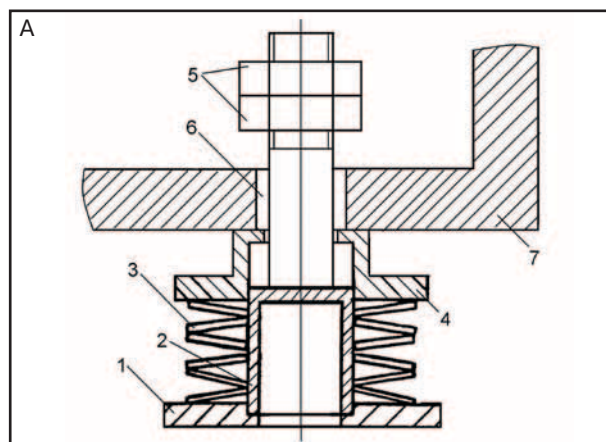


Рис. 1. Схема виброизолированного помоста: 1 – каркас, выполненный из металлических уголков; 2 – деревянный настил, являющийся опорной поверхностью для оператора; 3, 4 – виброизолятор с направляющим устройством; 5, 6 – стопорный механизм

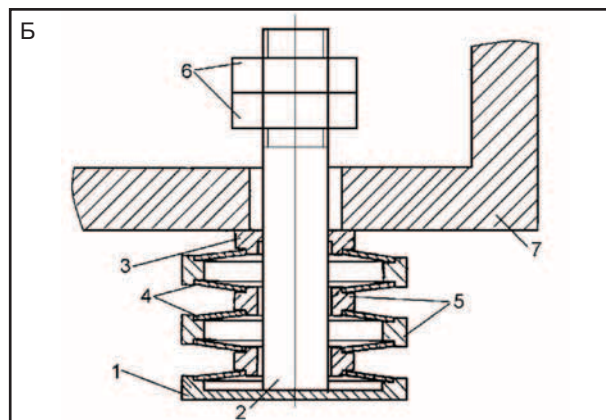


Рис. 2. Общий вид упругих элементов виброизоляторов для помоста с тарельчатыми упругими элементами, центрирующимися по внутреннему (А) и внешнему (Б) диаметру

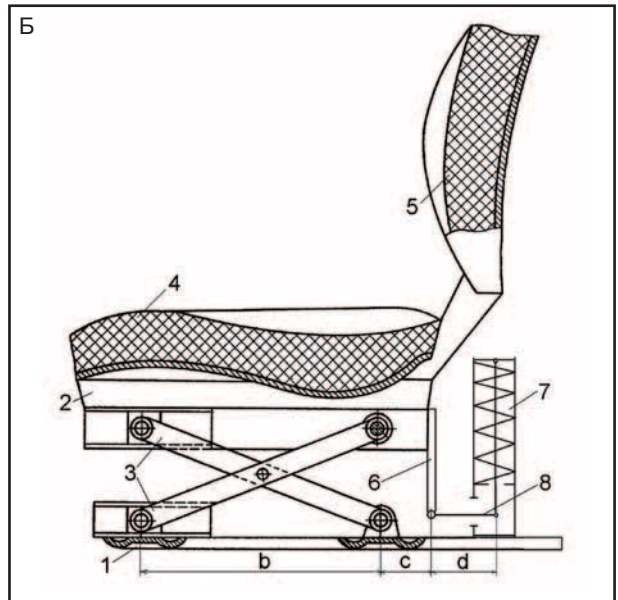
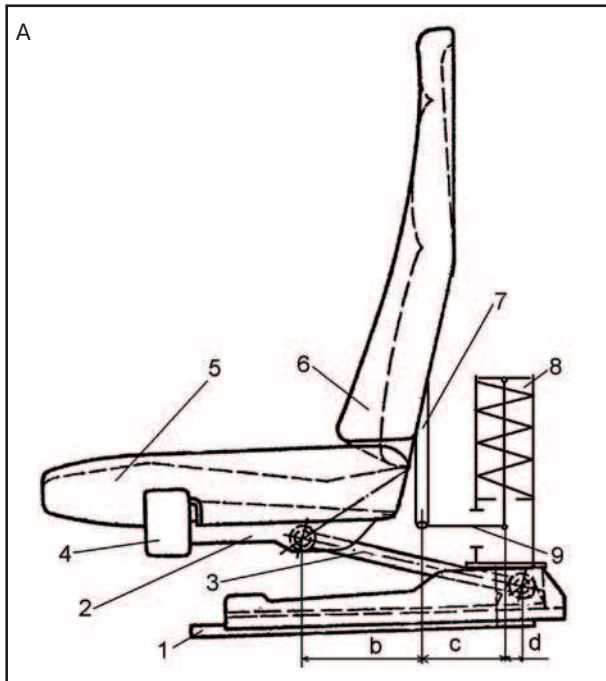


Рис. 3. Общий вид подвески сиденья: А – с рычажным направляющим механизмом; Б – с направляющим механизмом типа «ножницы»

планка 7, которая соединена с помощью шарнирного рычага 9 с основанием виброизолирующего устройства 8. К каркасу 2 крепится устройство 4 электрического типа для обогрева подушки и спинки сиденья.

На рис. 3Б показано сиденье оператора, включающее основание 1, каркас 2 с подушкой 4 и спинкой 5, связанные с помощью направляющего устройства 3, выполненного по типу «ножницы». При этом к каркасу 2 прикреплен кронштейн 6, шарнирно соединенный с опорной плитой 8 виброизолирующего устройства 7.

Виброизолирующее устройство в каждой из описанных схем сиденья оператора может быть выполнено с применением демпфера сухого трения [4, 5]: втулочного или лепесткового типа.

Демпфер сухого трения втулочного типа (рис. 4А) состоит из упругого элемента 4 и корпуса 1 – двух oppositно расположенных относительно торцов цилиндрической винтовой пружины 4 верхней 2 и нижней 1 полых гильз Т-образной формы, фиксирующих пружину 4 своей торцевой поверхностью. На торце верхней гильзы 2 закреплена упругая втулка 3 с параметром жесткости, превосходящим величину для пружины 4 в десять раз. Втулка 5 изготавливается из фрикционного материала и размещается между внешней поверхностью верхней гильзы 2 и внутренней поверхностью нижней гильзы 1, которая с требуемым усилием прижимает втулку 5 из фрикционного материала к внешней поверхности верхней гильзы 2, при этом создавая эффект «сухого трения».

Демпфер сухого трения лепесткового типа (рис. 4Б) включает упругий элемент 3 и корпус 1 – двух oppositно расположенных относительно торцов цилиндрической винтовой пружины 3 верхней 2 и нижней 1 втулок, фиксирующих пружину 3 своей внешней поверхностью. Демпфирующий элемент содержит, как минимум, три упругих лепестка 4, жестко связанных с нижней втулкой 1 и охватывающих с определенной силой внешнюю поверхность пружины 3. Лепестки 4 внутри покрыты слоем фрикционного материала 5, усиливающего эффект «сухого демпфирования».

Для аналитического исследования виброколебаний в механической системе «помост–оператор» или «сиденье–оператор» и с целью выбора рациональных и опти-

мальных конструктивных параметров виброизолирующих устройств для указанных объектов, необходима математическая модель, адекватно описывающая динамику процесса виброизоляции. Такому требованию отвечает двухмассовая модель (см. рис. 4) системы «объект–оператор», учитывающая биодинамические характеристики тела человека–оператора и представляющая его в виде динамического гасителя колебаний с массой  $m_1$ , жесткостью  $c_1$  и демпфированием  $b_1$ ; для виброизолирующего помоста – масса  $m_{п1}$ , жесткость  $c_{п1}$  и демпфирование  $b_{п1}$ ; при этом  $Z_1$  и  $Z_2$  – абсолютные перемещения масс соответственно  $m_1$  и  $m_{п1}$ , а  $U$  – абсолютное перемещение основания.

В рамках выбранной модели динамика рассматриваемой системы виброизоляции описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_1 s^2 Z_1 + b_1 s (Z_1 - Z_2) + c_1 (Z_1 - Z_2) = 0, \\ m_2 s^2 Z_2 + b_1 s (Z_2 - Z_1) + c_1 (Z_2 - Z_1) + b_2 s (Z_2 - U) + c_2 (Z_2 - U) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

В статье [1] проведен анализ виброизолирующих свойств системы через передаточную функцию  $T(s)$  по каналу «виброскорость основания – виброскорость сиденья», где  $s=j\omega$  – комплексная частота,  $j$  – мнимая единица,  $\omega$  – круговая частота колебаний. Передаточная функция  $T(s)$  найдена из (1) с помощью метода преобразования Лапласа:

$$T(s) = \frac{Z_2}{U} = \frac{(m_1 s^2 + b_1 s + c_1)(b_2 s + c_2)}{(m_1 s^2 + b_1 s + c_1)(m_2 s^2 + b_1 s + c_1 + b_2 s + c_2) - (b_1 s + c_1)^2} \quad (2)$$

Для исследования динамических характеристик этой схемы была разработана компьютерная программа расчета (на языке «СИ++»). Машинный эксперимент осуществлялся по плану, представленному в таблице.

Анализируя результаты, полученные при проведении машинного эксперимента по исследованию динамических характеристик системы «оператор на виброизолирующем сиденье», можно сделать следующие выводы.

С сокращением  $\omega_1$  величина первого резонансного пика динамической характеристики уменьшается со смещением влево по частотной оси, а величина второго резонансного пика – уве-

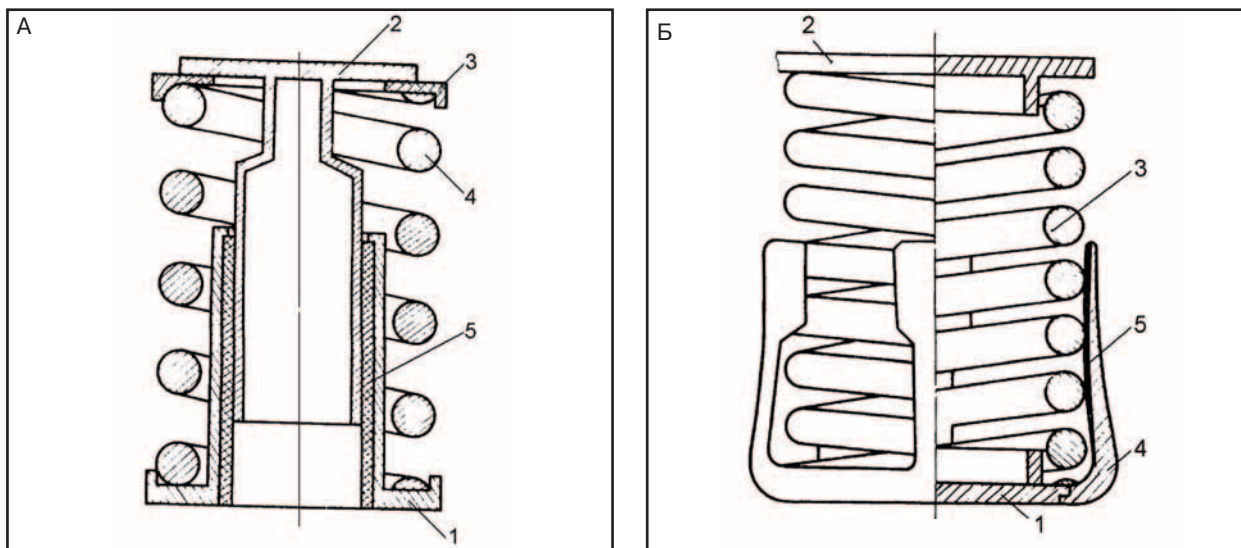


Рис. 4. Общий вид виброизолирующего устройства подвески сиденья с демпфером сухого трения: А – втулочного типа; Б – с лепестками

личивается, сдвигаясь в ту же сторону. При этом величина амплитудного провала, обусловленного поведением тела человека-оператора как динамического гасителя, снижается со смещением его максимума влево по частотной оси.

Изменение демпфирования ( $b_1$  в диапазоне 0-1,0) в схеме, моделирующей тело оператора, оказывает слабое воздействие на динамическую характеристику системы в целом (за исключением случая, когда  $b_1=0$ , при этом появляется второй резонансный пик).

Изменение демпфирования ( $b_2$  от 0 до 1,0) в схеме, моделирующей подвеску сиденья (см. рис. 4), существенно влияет как на частоту, так и на величину первого резонансного пика. При парциальной частоте подвески сиденья  $\omega_2=12,56 \text{ с}^{-1}$  (реализуется с помощью пружинных и тарельчатых виброизоляторов) динамическая характеристика системы имеет практически один ярко выраженный резонансный пик, совпадающий с частотой подвеса  $\omega_2$ , при этом изменения параметров системы  $P_1, b_1; b_2$  почти не сказываются на виброизолирующих свойствах подвески, которые стартуют с  $15 \text{ с}^{-1}$ .

Из изложенного следует, что биодинамические характеристики тела человека-оператора проявляют свои свойства

как динамического гасителя колебаний в большей степени при собственных частотах подвески сиденья, начиная с частоты  $18 \text{ с}^{-1}$ . На компьютере по предложенной модели был проведен анализ динамических характеристик и найдены рациональные технические параметры подвески сиденья для операторов с учетом регламентирующих санитарно-гигиенических требований (рис. 5).

В расчетах принимались исходные данные: человека-оператора:  $m_1=80 \text{ кг}$ ,  $b_1=52700 \text{ Н/м}$ ,  $c_1=1070 \text{ Нс/м}$ ; подвески сиденья:  $m_2=50 \text{ кг}$ ,  $b_2=90000 \text{ Н/м}$ ,  $c_2=5000 \text{ Нс/м}$ .

Проведенные вычисления позволили определить оптимальные параметры виброизолированной подвески сиденья оператора: собственная частота колебаний –  $12,56 \text{ рад/с}$ , относительное демпфирование –  $0,5$ .

## ВЫВОДЫ

1. Результаты расчета разработанных схем виброизолирующих подвесок сидений и помостов на базе упругих элементов с сухим трением подтвердили правильность выбора математической модели для определения на компьютере

### План машинного эксперимента исследования динамических характеристик системы «объект–оператор»

$P_1, \text{ кгс}$	$\omega_1, \text{ с}^{-1}$	$b_1$	$P_2, \text{ кгс}$	$\omega_2, \text{ с}^{-1}$	$b_2$	Диапазон изменения
80	var	0,2	50	37,68	0,05	$\omega_1=20...40$
var	25,4	0,2	50	37,68	0,05	$P_1=50...150$
80	25,4	0,2	50	Var	0,05	$\omega_2=6,28...37,68$
80	25,4	var	50	62,8	0,05	$b_1=0...1$
80	25,4	0,2	50	62,8	var	$b_2=0...1$
80	25,4	0,6	50	62,8	var	$b_2=0...1$
80	25,4	var	50	12,56	0,05	$b_1=0...1$
80	25,4	0,2	50	12,56	var	$b_2=0...0,7$
var	25,4	0,2	50	12,56	0,05	$P_1=50...150$
var	25,4	0,2	50	18,84	0,05	$P_1=50...150$
var	25,4	0,2	50	25,12	0,05	$P_1=50...150$

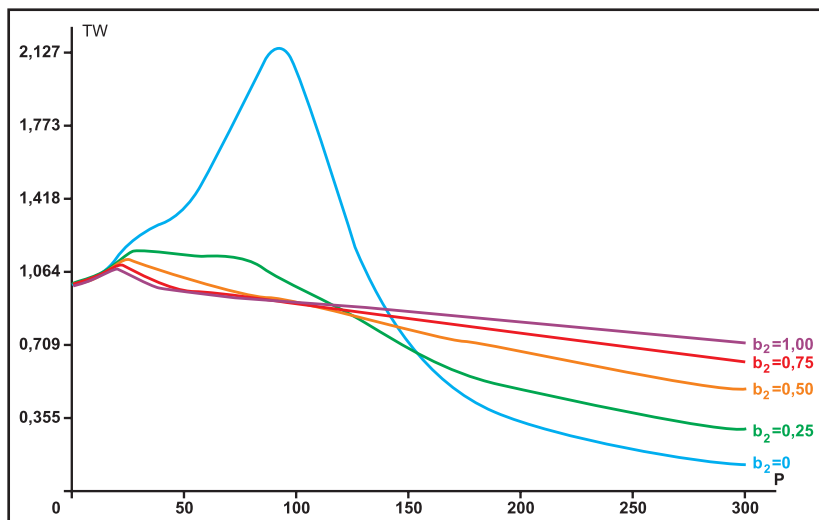


Рис. 5. Динамические характеристики системы «оператор на вибро-изолирующем помосте» при следующих параметрах:  $P_1=80$  кГц;  $\omega_1=25,4$  с<sup>-1</sup>;  $\beta_1=0,6$ ;  $P_2=50$  кГц;  $\omega_2=62,8$  с<sup>-1</sup>;  $\beta_2$  (var 0...1)

амплитудно-частотных характеристик с учетом биодинамических особенностей тела человека-оператора, которое ведет себя в этих системах как динамический гаситель колебаний с частотой порядка 4 Гц.

2. Предложенные конструкции виброизолирующих подвесок сиденья и помоста человека-оператора с собственной частотой подвеса (около 12,56 рад/с) и относительным демпфировани-

ем (0,5) могут применяться на рабочих местах на флоте и на предприятиях водного транспорта с повышенным уровнем вибрации; при этом достигается снижение вибрации до 2-3 раз и не превышаются нормативы ГОСТ 12.1.012-90.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:  
 1. Баранов Е.Ф., Кочетов О.С. Расчет на ПЭВМ динамических характеристик системы человека-оператора / Речной транспорт (XXI век). 2009. – № 2 (38) – с. 79-81. 2. Кочетов О.С. Расчет виброзащитного сиденья оператора. Журнал «Безопасность труда в промышленности». 2009. – № 11 – с. 32-35. 3. Кочетов О.С., Щербаков В.И., Филимонов А.Б., Терешкина В.И. Двухмассовая механическая модель виброизолирующего помоста основовязальных машин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 1995. – № 5 – м. 92-95. 4. Кочетов О.С., Кочетова М.О., Ходакова Т.Д., Шестернинов А.В., Стареев М. Виброизолятор с демпфером сухого трения. // Патент РФ на изобретение № 2282076. Опубликовано 20.08.2006. Бюллетень изобретений № 23. 5. Кочетов О.С., Кочетова М.О., Ходакова Т.Д., Шестернинов А.В., Стареев М. Е. Виброизолятор с сухим трением. // Патент РФ на изобретение № 2279592. Опубликовано 10.07.2006. Бюллетень изобретений № 19

## УЧРЕЖДЕНИЕ: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ)

ТЕМА: Модель оценивания профессиональной готовности судоводителя-оператора

АВТОРЫ: А.В. РОМАНОВ, к.т.н., доцент; Ю.А. КОРЖИКОВ, заведующий кафедрой «Судовождение»

**К**валифицированный судоводитель-оператор (СО) – это человек, овладевший необходимыми специальными знаниями, навыками, умениями и обладающий, кроме того, инициативой, способностью критически оценивать обстановку и предвидеть события. Он организует процесс судовождения и координирует работу всех элементов систем управления судном, связывая их тем самым в единое целое. Его активная деятельность зависит от различных факторов, и в частности от влияния на него окружающей обстановки, состояния его здоровья, режима и продолжительности выполняемых операций.

Судоводитель должен обладать также целым рядом необходимых психофизиологических качеств: устойчивостью внимания при умении распределять его одновременно на несколько объектов; быстро переключаться с одного объекта

на другой и концентрироваться на основном из них; хорошо развитым пространственным мышлением; устойчивостью психики и умением сохранять приобретенные ранее навыки в экстремальных условиях; способностью осмысливать и оценивать варианты при недостатке времени и в сложных условиях; самокритичностью и умением анализировать свои действия и поступки; пониманием своих возможностей и полномочий; эмоциональной уравновешенностью и отсутствием невротических черт [3].

Знания, навыки и умение трудиться приобретаются СО в процессе теоретического обучения, тренажерной подготовки и практической работы с конкретными судовыми автоматизированными системами (САС).

Анализ практической подготовленности СО к определенному виду судоводительской деятельности показывает, что

чем чаще проводятся тренировки (тренажерная подготовка), тем меньше со временем становится интенсивность забывания полученных на них навыков и умений.

Построим математическую модель оценивания профессиональной готовности (ПГ) СО, учитывающую указанные выше особенности его обучения и основывающуюся на теории марковских процессов [ 2 ].

Примем:

$S_1, S_3, \dots, S_{2k+1}$  – состояния СО, при которых он имеет необходимый для успешной деятельности уровень ПГ (обозначим как «состояния ПГ»);

$S_0, S_2, \dots, S_{2k}$  – состояния СО, при которых он не может работать с требуемым качеством из-за падения ПГ ниже допустимого уровня («состояния профессиональной неготовности»);

$V_i (i=0,2,\dots)$  – параметры (интенсивности) потоков обучения СО («вос-



становление навыков и умений») после j-го забывания;

$Z_j(j=1,3,\dots)$  – параметры потоков забывания («утрата полученных навыков и умений») СО.

Естественно полагать, что  $V_i < V_{i+1}$ ,  $Z_j < Z_{j+1}$ .

С учетом введенных обозначений граф переходов СО из состояний ПГ в состоянии неготовности будет выглядеть так, как показано на рис. 1.

Очевидно, что СО будет готов (в профессиональном плане) к выполнению требуемой деятельности, когда он будет находиться в одном из состояний  $S_1, S_3, S_5, \dots$ . Поэтому показатель его ПГ (уровень тренированности) можно вычислить с помощью выражения:

$$K_{mp} = P_1(t) + P_3(t) + \dots + P_{2k+1}(t), \quad (1)$$

где  $k=0, 1, 2, \dots$

Рассмотрим в качестве примера процесс обучения СО, когда имеет место одно забывание и два восстановления. Граф переходов для такого случая аналогичен графу, представленному на рис. 1 (за исключением отсутствия перехода в состояние  $S_4$ ). При этом:

$V_0$  – параметр потока начального обучения оператора (величина, обратная среднему времени усвоения СО необходимых знаний, умений и навыков);

$Z_1$  – параметр потока забывания СО (величина, обратная среднему времени поддержания требуемого уровня ПГ);

$V_2$  – параметр потока повторного обучения.

Рассмотренному графу переходов будет соответствовать следующая система дифференциальных уравнений, описывающая процесс изменения уровня ПГ СО:

$$\left. \begin{aligned} \dot{P}_0(t) &= -V_0 P_0(t) \\ \dot{P}_1(t) &= V_0 P_0(t) - Z_1 P_1(t) \\ \dot{P}_2(t) &= Z_1 P_1(t) - V_2 P_2(t) \\ \dot{P}_3(t) &= V_2 P_2(t) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Решаем ее, осуществляя преобразование Лапласа и при начальных условиях:  $P_0(t=0)=1$ ;  $P_1(t=0)=0$ ;  $P_2(t=0)=0$ ;  $P_3(t=0)=0$ .

Изображение по Лапласу функции  $P_j(t)$  обозначим в виде:

$$L_j(\omega) = \int_0^\infty P_j(t) e^{-\omega t} dt \quad (3)$$

Тогда:

$$P_j(t) = \frac{1}{2\pi i} \oint L_j(\omega) e^{-\omega t} d\omega \quad (4)$$

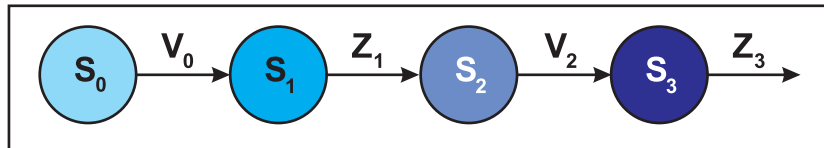


Рис. 1. Граф переходов СО в процессе обучения

Таким образом, (2) сводится к системе алгебраических уравнений относительно изображений соответствующих вероятностей:

$$\left. \begin{aligned} \omega L_0(\omega) - 1 &= -V_0 L_0(\omega) \\ \omega L_1(\omega) &= V_0 L_0(\omega) - Z_1 L_1(\omega) \\ \omega L_2(\omega) &= Z_1 L_1(\omega) - V_2 L_2(\omega) \\ \omega L_3(\omega) &= V_2 L_2(\omega) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Решая эту систему относительно изображения  $L_j(\omega)$ , получим:

$$\left. \begin{aligned} L_0(\omega) &= \frac{1}{\omega + V_0} \\ L_1(\omega) &= \frac{V_0}{\omega + Z_1} L_0(\omega) \\ L_2(\omega) &= \frac{Z_1}{\omega + V_2} L_1(\omega) \\ L_3(\omega) &= \frac{V_2}{\omega} L_2(\omega) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Вычисляя оригинал от  $L_j(\omega)$  с помощью обратного преобразования Лапласа, найдем выражения для вероятностей  $P_j(t)$ :

$$P_1(t) = \frac{V_0}{V_0 - Z_1} (e^{-Z_1 t} - e^{-V_0 t}), \quad (7)$$

$$\begin{aligned} P_3(t) &= \frac{V_2 Z_1}{(V_2 - V_0)(Z_1 - V_0)} (1 - e^{-V_0 t}) + \\ &+ \frac{V_0 V_2}{(V_2 - Z_1)(V_0 - Z_1)} (1 - e^{-Z_1 t}) + \\ &+ \frac{V_0 Z_1}{(Z_1 - V_2)(V_0 - V_2)} (1 - e^{-V_2 t}). \end{aligned} \quad (8)$$

С учетом (1) показатель оценивания ПГ (натренированности) СО будет определяться зависимостью:

$$K_{mp}(t) = 1 + K_1 e^{-V_0 t} + K_2 e^{-Z_1 t} + K_3 e^{-V_2 t},$$

$$\text{где } K_1 = \frac{1}{(V_0 - Z_1)} \left( \frac{Z_1 V_2}{V_2 - V_0} - V_0 \right) e^{-V_0 t},$$

$$K_2 = \frac{V_0 Z_1}{(Z_1 - V_2)(V_0 - Z_1)} e^{-Z_1 t},$$

$$K_3 = \frac{V_0 Z_1}{(Z_1 - V_2)(V_2 - V_0)} e^{-V_2 t}. \quad (10)$$

Параметры процесса приобретения необходимого уровня ПГ СО ( $V_0, Z_1, V_2$ ) могут быть вычислены не только для отдельного СО (например, по результатам тестирования и отработки конкретных практических задач на тренажерах), но и для некоторой специальности в целом с помощью сбора и анализа статистического материала о деятельности соответствующей группы обучающихся. В последнем случае составляются рациональные программы обучения, учитывающие усредненные оценки.

Допустим, что в начальный момент времени  $t=0$  СО находится в состоянии  $S_0$ , и с ним начался курс обучения, который длится в среднем 50 ч ( $V_0=0,02 \text{ ч}^{-1}$ ). После его окончания уровень ПГ СО поддерживается в среднем один месяц ( $Z_1=0,0014 \text{ ч}^{-1}$ ), затем необходимо проведение дополнительных занятий (тренировок) на протяжении 10 ч ( $V_2=0,1 \text{ ч}^{-1}$ ). Определим значения искомого показателя на текущее время  $t$ .

Результаты расчета по формулам (1)-(10) отражены в таблице и на графике (рис. 2).

Анализ полученных данных позволяет сделать ряд выводов:

1. С увеличением времени до значения  $t=143,4$  ч «вклад» вероятности  $P_1(t)$  в уровень текущей ПГ СО постоянно возрастает, а  $P_3(t)$  – невелик и лучше всего ощутим при  $t=50$  ч.

2. Функция  $P_1(t)$  имеет явно выраженный максимум  $t_{opt} = 143,4$  ч, то

Результаты расчета по формулам (1)-(10)

$t[\text{ч}] \backslash P_i(t)$	$P_1(t)$	$P_3(t)$	$K_{тр}(t) = P_1(t) + P_3(t)$
0	0	0	0
1	0,0198	0,0002	0,020
10	0,180	0,0011	0,181
50	0,609	0,21	0,630
100	0,792	0,0708	0,863
143,4	0,819	0,122	0,941
550	0,500	0,497	0,997
720	0,395	0,604	0,999
1000	0,25	0,744	0,9994
2000	0,067	0,933	0,9998

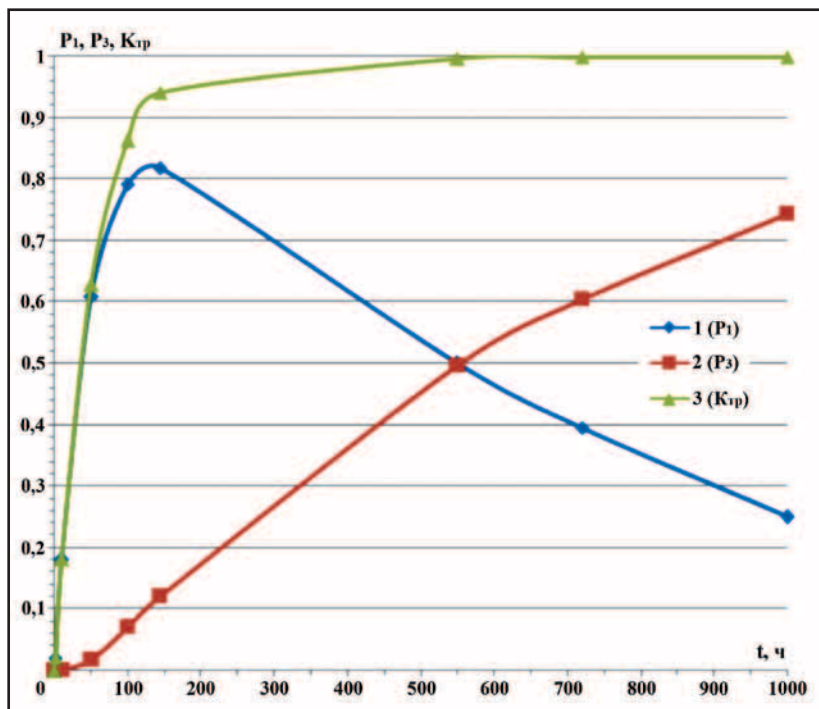


Рис. 2. График зависимости  $K_{TP}$ ,  $P_1$ ,  $P_3$ , от времени обучения CO

есть это период, через который уровень начальной ПГ CO достигает наибольшего значения.

3. На начальном этапе обучения до времени  $t < 100$  ч значением  $P_3(t)$  можно пренебречь и вести расчет  $K_{TP}(t)$  по формуле (7).

Таким образом, располагая усредненными параметрами процесса обучения и применяя описанный метод, можно оценивать текущий уровень ПГ CO любой из судовых систем, анализировать его изменения на этапе обучения по специальности и дальнейшего совершенствования профессионального мастерства.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Романов А.В. Оценка готовности эргатических систем управления судном и его возможностей // Часть 1. Сборник научных трудов МГАВТ. 2004. – с. 203.
2. Свешников А.А. Прикладные методы теории марковских процессов // Учебное пособие. М.: Издательство «Лань». 2007 – 192 с.
3. Снопков В. И. Управление судном. Санкт-Петербург: «Профессионал». 2004 – 674 с.

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Государственный университет морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова (ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова)

**ТЕМА:** Слайн-метод экономичного управления расходом топлива на речных судах

**АВТОРЫ:** В.В. САХАРОВ, д.т.н., профессор; А.А. КУЗЬМИН, к.т.н., профессор; А.А. ЧЕРТКОВ, к.т.н., доцент; Д.С. ТОРМАШЕВ, к.т.н., старший преподаватель

Отличие современных концепций энергосбережения на судах речного флота от предшествующих решений состоит в базировании на развитых информационных технологиях (ИТ). Основанные на принципах построения многоцелевых программных структур, они позволяют на качественно новом уровне решать проблемы экономии топлива, эффективного функционирования судовых энергетических установок (СЭУ) и комплексов без существенных материальных и финансовых затрат, рационально использовать имеющиеся производственные ресурсы в период мирового финансового кризиса, в различных экстремальных ситуациях [2]. С учетом ограниченности ресурсов и нерегулярности обновления ядра флота ИТ, реализующие алгоритмы и модели исследования операций, принципы принятия решений в условиях неопределенности, вариационные методы и модели

поиска эффективных решений становятся наиболее востребованными в решении задач обеспечения конкурентоспособности услуг отечественного речного транспорта на международном рынке [1]. Именно такие ИТ образуют лучший базис средств достижения практических результатов на каждом теплоходе, в парокходствах, судоходных компаниях и на предприятиях отрасли.

Работа флота в условиях конкуренции связана с постоянным поиском наиболее выгодных вариантов распределения ресурсов: финансовых, трудовых, товарных, технических и других. Важным техническим ресурсом, характеризующим реальные сроки надежной и безопасной эксплуатации судна, является моторресурс главных двигателей (ГД) – судовых ДВС и ресурс дизель-генераторных агрегатов (ДГА).

Действительный ресурс судовых ДВС в существенной мере определяется условиями их эксплуатации, кото-

рые описываются многообразными изменениями режимов их функционирования. Повышенный расход моторесурса обычно наблюдается на неустановившихся режимах работы СЭУ (например, во время маневрирования судна, при движении по шлюзованным участкам пути, мелководным фарватерам и т. п.), а также при пуске и остановке ДВС. Сокращение расхода моторесурса может быть достигнуто за счет уменьшения потребления топлива и энергии, необходимых для выполнения транспортной работы, рационального управления мощностью и поддержания тепловых режимов, обеспечивающих снижение тепловой напряженности деталей ГД и ДГА в каждом рейсе. При этом длительность последнего выступает в качестве важной эксплуатационной составляющей речного судна.

Минимизация времени следования до порта назначения обеспечивается за счет движения судна по всем

участкам водного пути на максимально допустимых (с технической точки зрения) скоростях и соответственно при максимальном потреблении топлива в рейсе. То есть максимальное быстродействие связано с максимальными затратами энергии на управление.

Очевидно, при максимальных расходах топлива в рейсе значительно возрастают объемы отработавших газов, выбрасываемых в атмосферу и загрязняющих окружающую среду, что связано со снижением показателей, в целом определяющих энергоэффективность судна.

Другой составляющей, формирующей цену перевозки грузов, является рыночная стоимость дизельного топлива, расходы на которое в настоящий момент превышают более половины всех затрат на содержание судна в рейсе. Поэтому прибыль, получаемая от его эксплуатации, зависит от эффективности использования топлива как ресурса. В условиях рынка продолжительность следования судна до конечного пункта должна рассчитываться с учетом получения прибыли за счет снижения издержек и, прежде всего, экономии топливно-энергетических ресурсов. Как было отмечено, с образованием резерва ходового времени можно получить значительную экономию топлива в каждом рейсе, без уменьшения объемов транспортной работы.

Далее предлагается разработанный авторами статьи сплайн-метод оптимизации режимов движения судна путем распределения времени следования (основного ресурса) по процессам (участкам пути с различными навигационными условиями). Опишем суть метода.

1. Трасса движения теплохода разделяется на  $n$  участков с характерными путевыми условиями.

2. Для участков выполняются построения характеристик расхода топлива как функций времени движения (с учетом верхней и нижней границ) по формулам:

– в случае непрерывной модели:

$$F(i) = k(i)S(i)^{p(i)}t(i)^{-(p(i)-1)}, \quad (1)$$

где  $F(i)$  – потребление СЭУ топлива при прохождении за время  $t(i)$   $i$ -го участка пути  $S(i)$ ;

$k(i)$  и  $p(i)$  – постоянные коэффициенты, оцениваемые по расходным характеристикам;

– в случае дискретных моделей функция  $F(i)$  оценивается по экспериментальным точкам с помощью сплайнов; при этом по вектору  $[F_1(i, t_1) \ F_2(i, t_2) \ F_3(i, t_3) \dots \ F_k(i, t_k)]$ , где  $k$  – число экспе-

риментальных точек, выполняется построение сплайн-функции:

$$g(i) = \text{spline}([t_1, t_2, t_3, \dots, t_k], [F_1, F_2, F_3, \dots, F_k]), \quad (2)$$

затем восстанавливается характеристика потребления топлива:

$$F(i) = \text{ppval}(g(i), t(i)), \quad (3)$$

при соблюдении ограничений:

$$t_{\min}(i) \leq t(i) \leq t_{\max}(i), \quad i=1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

3. На базе функций инструментарию OptimizationToolbox и SplineToolbox программной среды MatLAB решается нелинейная задача минимального потребления СЭУ топлива в рейсе:

$$L(n, \tau) = \min_{t(i)} \sum_{i=1}^n F(i), \quad (5)$$

$$L(n, \tau) = \min_{t(i)} \sum_{i=1}^n \text{ppval}(g(i), t(i)), \quad (6)$$

для всех  $t_{\min}(i) \leq t(i) \leq t_{\max}(i)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$  при соблюдении равенств:

$$S = \sum_{i=1}^n S(i), \quad \tau = \sum_{i=1}^n t(i), \quad (7)$$

где  $\tau$  – ходовое время до порта назначения;  $S$  – протяженность пути.

Сплайн-метод распределения ресурсов является инвариантным по отношению к видам ресурсов, под которыми могут подразумеваться денежные инвестиции, запасы сырья и материалов, рабочее время, моторесурс элементов СЭУ, продолжительность загрузки оборудования, периоды обработки, технического обслуживания флота и др. Следовательно, применяя сплайн-метод, удобно оперировать терминами, принятыми в исследовании операций и практической оптимизации: целевая функция (критерий качества), процесс, ресурс, ограничения, алгоритм решения и т.п. Ресурсы можно использовать различными способами (процессами). В результате реализации каждого из них получается доход, оцениваемый в единицах самих ресурсов или в эквиваленте (например, денежном), который позволяет привести многокритериальную проблему к распределению одного вида ресурсов. При этом очевидно, что проблема распределения заключается в максимизации дохода либо в минимизации его потерь.

Применительно к задаче минимизации потребления топлива в качестве целевой функции выступает  $L(n, \tau)$ , согласно зависимостям (5) и (6), процессов – движение судна по участ-

кам пути  $i=1, 2, \dots, n$  с различными  $F(i)$ , определяемыми по формулам (1), (2) и (3), ограничений – выражения (4) и (7), ресурсов – величина  $\tau$ , распределяемая по  $n$  процессам.

Сплайн-метод как численный можно использовать с целью оптимизации параллельной работы судовых ДГА при изменении нагрузки бортовой сети от нуля до максимума. Однако сначала для каждого агрегата необходимо получить аналитические зависимости расходных характеристик от мощности. Параметры моделей характеристик с высокой точностью оцениваются по экспериментальным данным с помощью кубических сплайнов. Это позволяет фактически аппроксимировать широкий спектр гладких нелинейных функций, основываясь только на коэффициентах сплайнов, что обеспечивает точноехождение соответствующего сплайна через узлы интерполяции и равенство производных от сплайна по аргументу слева и справа от интерполяционного узла.

Расходные характеристики ДГА представляются нелинейными функциями:

$$F_i = f_i(P_i), \quad i=1, 2, \dots, n, \quad (8)$$

где  $P_i$  – активная мощность  $i$ -го ДГА, работающего как на дизельном топливе, так и на других используемых сортах топлива;

$F_i$  – расход топлива, зависящий от генерируемой мощности  $P_i$ ;

$n$  – число ДГА, параллельно работающих на судовые потребители электроэнергии.

В любое время  $t$  общая мощность параллельно включенных агрегатов должна быть равна суммарной мощности  $P(t)$  потребителей:

$$P(t) = \sum_{i=1}^k P_i(t), \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

где  $k$  – число задействованных генераторных агрегатов в момент  $t$ .

В случае минимальной стоимости электроэнергии критерием качества может служить функционал:

$$F(t) = \sum_{i=1}^k f_i(P_i(t)), \quad k=1, 2, \dots, n, \quad (10)$$

который должен подлежать минимизации в зависимости от текущего значения  $P(t)$  путем соответствующего распределения мощности между  $k$  генераторами (агрегатами) в условиях ограничений. Тогда (10) можно представить в виде:

$$J(k, t) = \min_{P_i} \sum_{i=1}^k f_i(P_i(t))$$

$$\begin{cases} 0 \leq P_i(t) \leq P_{i\max} \\ 0 \leq P_i(t) \leq P_{i\max}, \quad k=1, 2, \dots, n, \\ 0 \leq P_i(t) \leq P_{i\max} \end{cases} \quad (11)$$

где  $P_{i\max}$  – максимально допустимая нагрузка  $i$ -го генераторного агрегата.

Минимум (11) при выполнении ограничения (9) определяется с помощью сплайн-метода. С этой целью, согласно п. 1 изложенного выше принципа, сначала по экспериментальным данным производится аппроксимация функций, входящих в уравнение (8). Затем, в соответствии с п. 2, выполняется построение сплайн-функций, входящих в уравнения (9) и (10). На этапе реализации п. 3 метода вычисляется минимум функционала (11) и осуществляются графические построения.

Так, с помощью сплайн-метода в кодах программной среды MatLAB были составлены программы и получены решения задач экономии топлива ГД судна в рейсе и энергосбережения при параллельной работе ДГА в описанной постановке. Результаты исследования приведены ниже.

Заметим, что при расчетах скорость речных теплоходов традиционно учитывалась в км/ч (у морских судов – в узлах), а пройденное расстояние – в км (морская миля равна 1853,2 м).

Экономичные режимы движения были определены при следовании речного судна по водному пути протяженностью 162,5 км с изменяющимися навигационными условиями, условно разделенному на три участка: 51,4, 68,7 и 42,4 км. Минимально допустимая продолжительность рейса – 12,36 ч, максимально – 16,25 ч. Вычисления производились по девяти точкам расходных характеристик на каждом из трех участков пути. Максимально допустимые скорости по условиям эксплуатации СЭУ:  $v_1=12,1492$ ;  $v_2=13,1419$ ;  $v_3=14,6386$  км/ч. Структура модели расходных характеристик:  $G(i)=k(i)*V_p(i)$ , где число экспериментальных точек, выбранных для построения сплайнов,  $i=1, \dots, 9$ . Часовой расход топлива –  $G(i)$ , кг/ч; скорость судна –  $V(i)$ , км/ч.

Полученные значения коэффициентов моделей расходных характеристик на различных участках:  $k_1=0,0398$ ;  $k_2=0,0389$ ;  $k_3=0,0366$ ;  $p_1=3,3399$ ;  $p_2=3,2494$ ;  $p_3=3,1462$ .

Результаты расчетов отражены на рис. 1 и 2.

На рис. 1 показаны графики ходового времени на трех участках как функции времени пребывания судна в рейсе, соответствующие самому экономичному режиму.

Зависимости на рис. 2 соответствуют наименьшему суммарному расходу

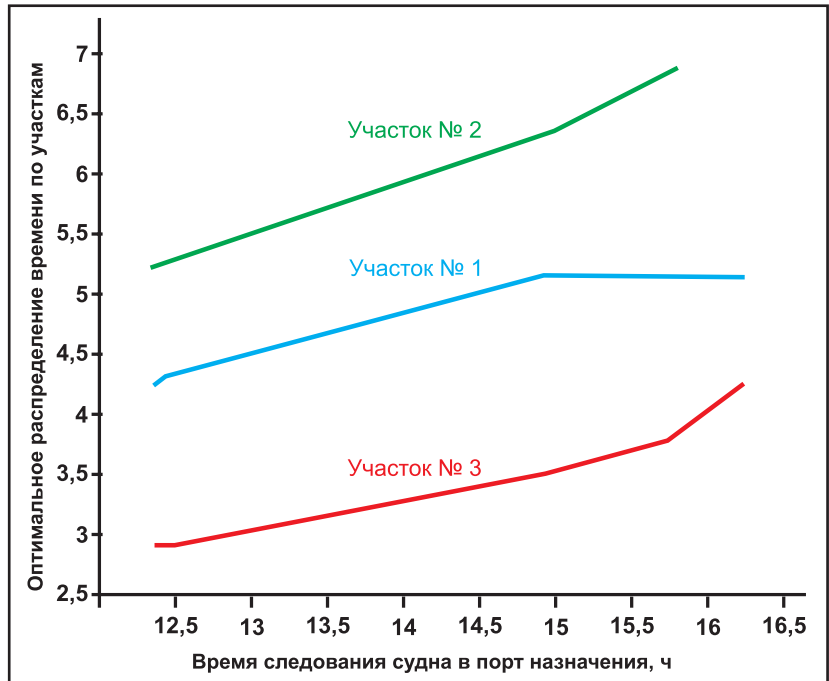


Рис. 1. Распределение ходового времени по участкам в рейсе

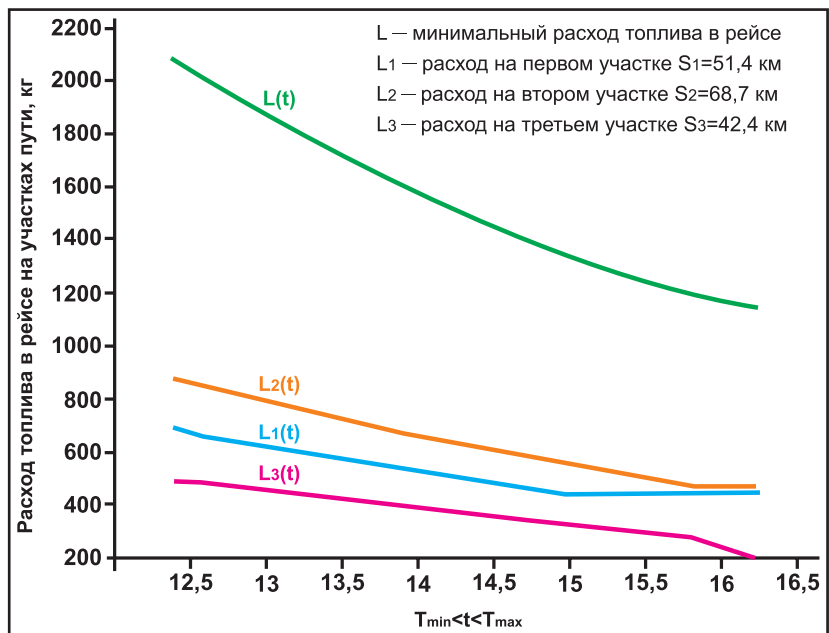


Рис. 2. Экономичный режим движения судна

топлива в рейсе как функции ходового времени.

Отметим, что  $L(n, \tau)$ , представляющая собой минимальный суммарный расход топлива в рейсе (зависящий от времени следования судна до порта назначения), может применяться как для его нормирования, так и для оценки эффективности использования топлива как ресурса в процессе эксплуатации СЭУ.

Для оптимизации режимов ДГА были выбраны агрегаты с расходными характеристиками:

$$F_1 = 0,028L_1^2 + 2,1L_1 + 40,$$

$$F_2 = 0,017L_2^2 + 1,55L_2 + 30,$$

$$F_3 = 0,012L_3^2 + 0,98L_3 + 70.$$

По измерениям в шести точках сформированы матрицы:  $g_1=[L_1;F_1]$ ,  $g_2=[L_2;F_2]$  и  $g_3=[L_3;F_3]$ . В первой строке каждой из них присутствуют значения мощности, во второй – соответствующие величины расхода топлива.

Результаты вычислений:  
 $g_1=[0 \ 10.0000 \ 20.0000 \ 30.0000 \ 40.0000 \ 50.0000; 40.0000 \ 63.8000$

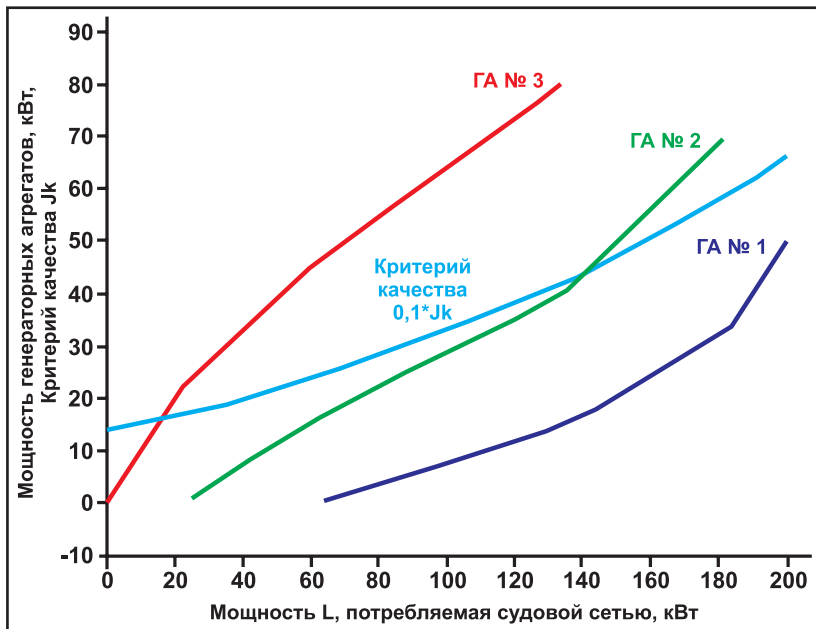


Рис. 3. Оптимизация мощности судовых ДГА при параллельной работе

93.2000 128.2000 168.8000 215.0000];  
 $g_2 = [0 \ 14.0000 \ 28.0000 \ 42.0000 \ 56.0000 \ 70.0000; \ 30.0000 \ 55.0320 \ 86.7280 \ 125.0880 \ 170.1120 \ 221.8000];$   
 $g_3 = [0 \ 16.0000 \ 32.0000 \ 48.0000 \ 64.0000 \ 80.0000; \ 70.0000 \ 88.7520 \ 113.6480 \ 144.6880 \ 181.8720 \ 225.2000].$

**Коэффициенты сплайнов:**

$h_1 = \text{spline}(g_1(1,:), g_1(2,:)),$   
 $h_2 = \text{spline}(g_2(1,:), g_2(2,:)),$   
 $h_3 = \text{spline}(g_3(1,:), g_3(2,:)).$

На их основе были определены оптимальные режимы ДГА при изменении потребляемой мощности от 0 до 200 кВт с шагом дискретности 2 кВт.

В программе использовалась файл-функция вида:

```
function L=sah700c(x)
global h1 h2 h3 h4
L=[ppval(h1,x(1))+ppval(h2,x(2))+ppval(h3,x(3))];
```

где  $x$  – вектор-столбец мощности трех ДГА при минимуме критерия качества на каждом шаге изменения потребляемой мощности.

На рис. 3 представлены результаты расчетов экономических режимов ДГА.

Авторы статьи рекомендуют применять сплайн-метод оптимизации расхода топлива для совершенствования структуры систем управления энергоэффективностью судов на стадиях планирования, реализации, мониторинга, самооценки и совершенствования плана управления, в котором устанавливаются требования. Такой документ обычно составляется для каждого объекта с учетом внешних условий эксплуатации судна и технического состояния СЭУ.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Сахаров В.В., Королев В.И.

Применение матрицы Крылова для аperiodического управления динамическими объектами. Журнал Университета водных коммуникаций. Вып. I (IX), 2011. – с. 83– 87. 2. Сахаров В.В., Таранин А.Г., Чертков А.А. Алгоритм энергоэффективного управления курсом судна. Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. Вып. 3 (22), 2013. – с. 38–46

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

**ТЕМА:** Моделирование процессов ликвидации разливов нефти с судов

**АВТОРЫ:** В.С. НАУМОВ, начальник Учебно-тренажерного центра по управлению кризисными ситуациями природного и техногенного характера (УТЦ), профессор, д.т.н., заведующий кафедрой; А.Е. ПЛАСТИНИН, заместитель начальника УТЦ, доцент, к.т.н.; кафедра «Охрана окружающей среды и производственной безопасности»

На современном этапе отмечается увеличение частоты возникновения на акваториях чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного (и природного) характера, сопряженных с гибелью людей и значительным ущербом окружающей среде (ОС). Они обусловлены ростом объемов производства и транспортной активности, интенсификацией технологий в энергетике, строительстве и эксплуатацией транспортных коридоров на фоне недостаточной эффективности проводимых мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС, а также установившегося состояния ОС [1]. Достаточно упомянуть о масштабных транспортно-промышленных катастрофах в Керченском проливе, на Куйбышевском водохранилище, на Сормовской и Кстовской нефтебазах, в Самаре, на Саяно-Шушенской ГЭС, с танкером «Престиж» и круизным

теплоходом «Costa Concordia»; о крупнейшем разливе нефти в Мексиканском заливе.

Поскольку эта тенденция является одной из главных причин снижения темпов экономического роста, в большинстве развитых стран реализуется стратегия устойчивого развития, основанная на принципах прогнозирования и анализа последствий катастроф. Вполне закономерно, что задачу повышения эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации на акваториях ЧС техногенного характера, имеющую важное хозяйственное значение, решают с научной точки зрения.

Самые распространенные, масштабные, быстро протекающие ЧС, связанные с водным транспортом, – аварийные разливы нефти – ЧС(Н), что обусловлено физико-химическими свойствами углеводородов и параметрами ОС [1-4].

Такие процессы сопровождаются интенсивным загрязнением важнейших компонентов природной среды (поверхностных водных объектов, почвы, атмосферного воздуха, биоресурсов), предопределяющим их последующую деградацию и/или гибель на достаточно больших площадях вокруг источника загрязнения.

Значительную роль в снижении уровня рисков и тяжести последствий ЧС призвана сыграть формируемая в настоящее время Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) [3-5]. В ее составе будет две функциональные подсистемы (создание которых поручено Минтрансу России), подразумевающие организацию работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти (ЛРН) и нефтепродуктов в море с судов и объектов независимо от их ведомственной и национальной принадлежности, а также на внутренних водных путях (ВВП) с судов и объектов морского и речного транспорта.

Цель функционирования подсистем – обеспечение эффективного использования сил и средств при локализации и ЛРН. Однако для этого необходимо прогнозирование развития протекающих процессов на основе математического моделирования, включающего следующие элементы: оценку рисков возникновения и последствий ЧС, определение состава исходных данных, подготовку перечня сценариев РН, выборку сценариев моделирования, собственно имитационное моделирование без учета сил и средств борьбы, построение границ зон ЧС(Н), оценку влияния различных факторов на операции по ЛРН, выбор рубежей локализации и опорных пунктов, статистическую оценку параметров опасных зон при разливах нефти на ВВП, выбор технологии и средств инженерной защиты объектов ОС, расчет характеристик средств инженерной защиты, имитационное моделирование с учетом разработанных специальных инженерно-технических мероприятий (ИТМ) и оценку снижения рисков воздействия на ОС при их реализации.

В настоящей статье рассматриваются вопросы оценки влияния различных факторов на процессы ЛРН в условиях ВВП.

Стоит напомнить, что операция по ЛРН состоит из двух основных этапов: локализации разлива у места непосредственного сброса нефти и/или на удалении от источника, а также собственно процесса ликвидации загрязнения.

Локализация – это процедура ограничения распространения какого-либо явления (процесса) более тесными границами, территориальными пределами. При этом в отношении разлива нефти (РН) можно применять способ изменения ее свойств для снижения затрат на последующие работы [6-7].

Различные методы локализации РН позволяют ограничить нефтяное пятно заданным участком, предотвратить его распространение в определенные области (зоны), а также подготовить к сбору.

При выборе способов и средств локализации РН важно учитывать возможность применения и эффективность конкретного подхода в сложившихся обстоятельствах (гидрометеорологические условия, физико-химические свойства разлитых углеводородов и т. п.), скорость реагирования метода, которая зависит от времени, как требуемого для доставки всего необходимого к месту происшествия, так и затрачиваемого на развертывание там сил и мощностей.

Для локализации РН на ВВП используют преимущественно два метода – ограждения и сорбционный.

Метод ограждения применяют с целью ограничения растекания и дрейфа нефти и нефтепродуктов по поверхности воды с помощью различных препятствий [6-7]: бонов, щитов, труб, сетей и т. д. (механическое ограждение – самый распространенный и наиболее безопасный вид ограничения растекания разлитой нефти на акватории, а зачастую и самый дешевый метод реагирования); пневмати-

ческих и гидравлических препятствий; химических барьеров в виде собирателей углеводородов и гелеобразователей (желатинизаторов).

Однако такой метод, препятствуя растеканию и дрейфу нефти, не останавливает ее испарение, осаждение, эмульгирование и растворение. В дальнейшем для ЛРН подразумевается осуществлять механический сбор (МС) вещества. Если из-за гидрометеорологических условий использовать подобный принцип невозможно или в результате перечисленных процессов физико-химические свойства углеводородов изменяются настолько, что может быть затруднен их МС, то рассматриваются иные подходы. Между тем ограждение с успехом применяется в комбинации с другими методами локализации.

Сорбционный метод позволяет предотвратить эмульгирование, осаждение и уменьшить испарение. Он базируется на использовании специальных сорбентов, удерживающих нефть на поверхности воды в течение времени, достаточного для проведения операций по МС. Неправильно выбранная тактика локализации чревата осложнением обстановки и затягиванием всех работ.

Второй основной этап ЛРН – это собственно процесс устранения загрязнения на воде, когда применяются, как правило, МС и биологический (или микробиологический) метод [6-7]. Первый рекомендуют специалисты, и он наиболее распространен. Его преимущества: физическое удаление нефти из акватории в условиях любого водного объекта и возможность использования любых (не имеющих ограничений по закону) технических средств, в том числе общего назначения (насосов, сетей, шанцевого инструмента). К недостаткам метода следует отнести относительно низкий коэффициент и скорость сбора нефти, особенно при тонких пленках, необходимость учета потребности в большом количестве дополнительного и вспомогательного оборудования при планировании работ, а также угрозу засорения мусором и льдом применяемых мощностей.

Накопленный опыт устранения крупнейших РН на акваториях показывает, что для локализации и ликвидации эффективны не только отдельные методы, но и их комбинации.

В целом эффективность реализуемых принципов определяется действием трех групп факторов:

- 1) условия ОС: характеристики поля течений (скорость, направление, тип), сила и направление ветра, температура воды и воздуха, высота волны, плотность воды, тип берега [8];
- 2) особенности источника разлива: начальный объем и физико-химические свойства РН;
- 3) параметры области возможного загрязнения (в том числе, вязкость нефтяной пленки, толщина и площадь пятна, количество смеси (эмульсии) на плаву и на берегу).

С учетом мировой практики локализации и ликвидации РН созданы специальные матрицы выбора типов боновых ограждений, нефтесборных устройств и других средств борьбы в зависимости от обстоятельств проведения операции [5-7]. С их помощью обосновывают применимость каждого базового типа ресурсов для сбора и задержания всех видов нефтепродуктов (легких, средней вязкости, тяжелых) при различных состояниях акватории и эксплуатационных условиях, включая наличие мусора и льда.

По данным [6-7], на эффективности проанализированных методов ЛРН из факторов первой и второй групп в большей степени сказываются следующие: поле течений, скорость ветра, высота волны, температура воздуха, физико-химические характеристики РН (вязкость или плотность). Между тем формирование перечня и проведение оценки факторов обеих групп осуществляются по результатам комплексного исследования ОС. Очевидно, что ее условия, а также характеристики источника разлива (первая и вторая группа

соответственно) влияют на движение и эволюцию нефтяного пятна (третья группа).

При этом для получения более точных оценок поведения РН и выбора наилучших инструментов его ликвидации, что может быть обеспечено современными информационными технологиями (имитационным моделированием), все перечисленные факторы, являющиеся взаимосвязанными, должны рассматриваться вместе.

В частности, в ВГАВТ для решения подобных задач используется программно-аппаратный комплекс «Система моделирования и анализа аварий, связанных с загрязнением окружающей среды «PISCES II» (от англ. – Pollution Incident Simulation, Control and Evaluation System), установленный на базе УТЦ [1] и входящий в «Каталог компьютерных программ и информации в Интернете, касающихся борьбы с разливами нефти ИМО» («Catalogue of computer programs and Internet information related to responding to oil spill (MEPC 367) IMO»).

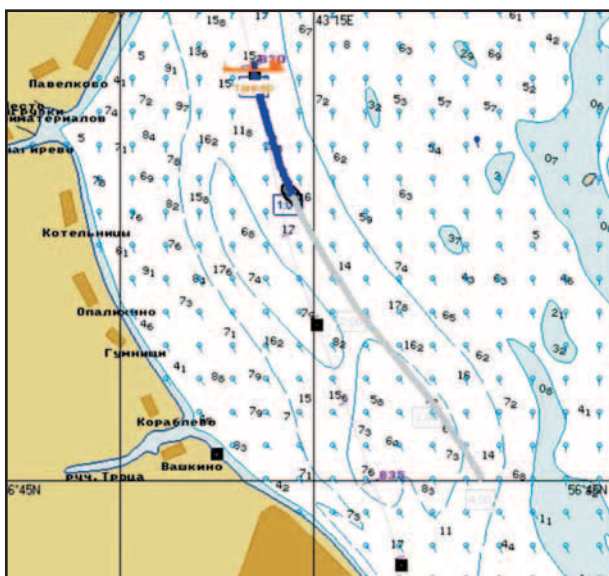


Рис. 1. Прогноз траектории нефтяного пятна на время Ч+4 ч

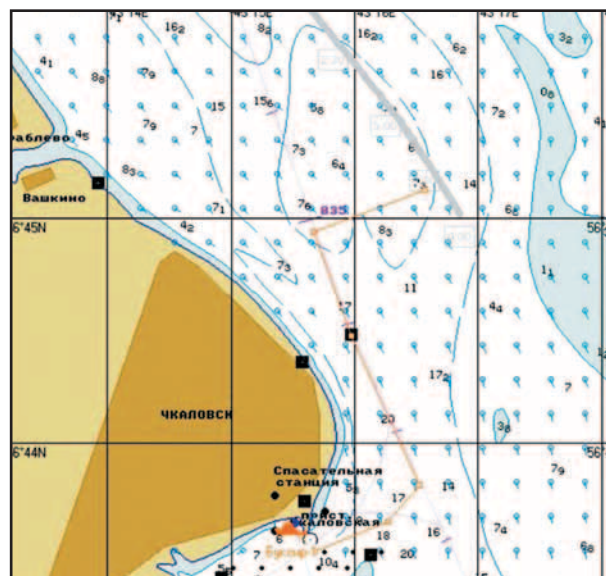


Рис. 2. Задание маршрутов для направления сил и средств борьбы из опорного пункта в г. Чкаловск

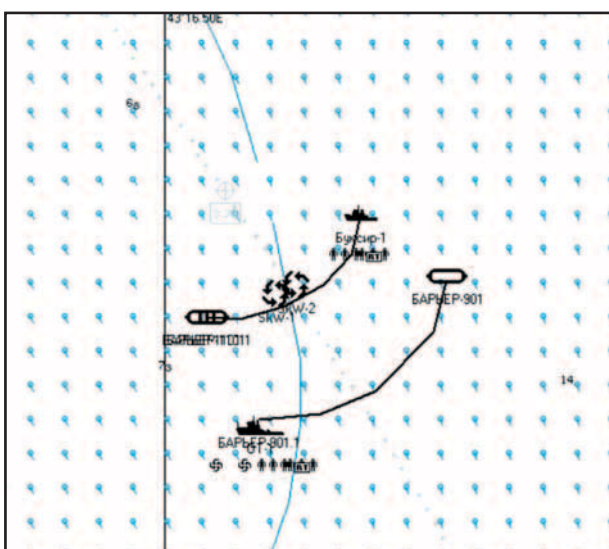


Рис. 3. Развертывание сил и средств на рубеже (постановка второй нити боновых заграждений и нефтесборщиков)

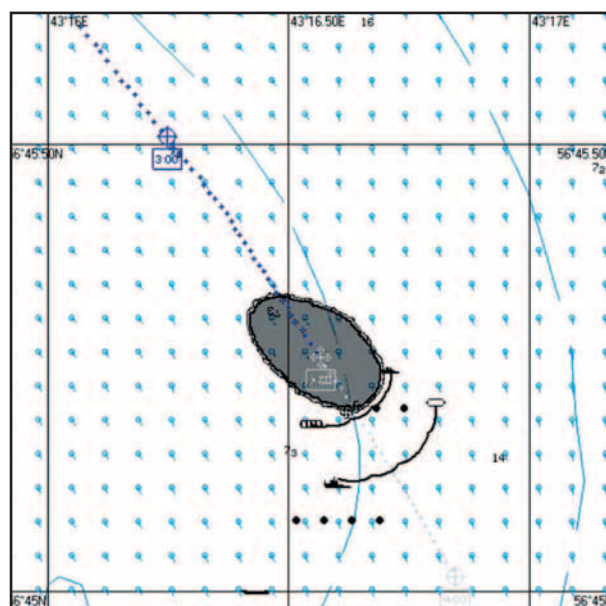


Рис. 4. Нефтяное пятно на рубеже локализации

Целесообразно различать оперативное моделирование (динамическое прогнозирование) и моделирование процессов ликвидации в составе планов ЛРН. В первом случае количество сценариев определяется техническими характеристиками средств мониторинга ОС, и при наличии эффективных чувствительных элементов (гидрометеобуев, сенсор-детекторов) не превышает 10-15, а при их отсутствии – около 100.

Когда осуществляется составление планов ЛРН, требуется анализ генеральной совокупности сценариев ЧС(Н) численностью от 30 000 до 200 000 единиц, что обуславливает применение статистических методов обработки данных.

В качестве примера в настоящей статье приводится решение задачи динамического прогнозирования сценария ЧС(Н) в условиях межени (скорость течения – 0,1 м/с) в первые 4 ч с момента разлива в районе 820-840 км реки Волги (рис. 1-6).

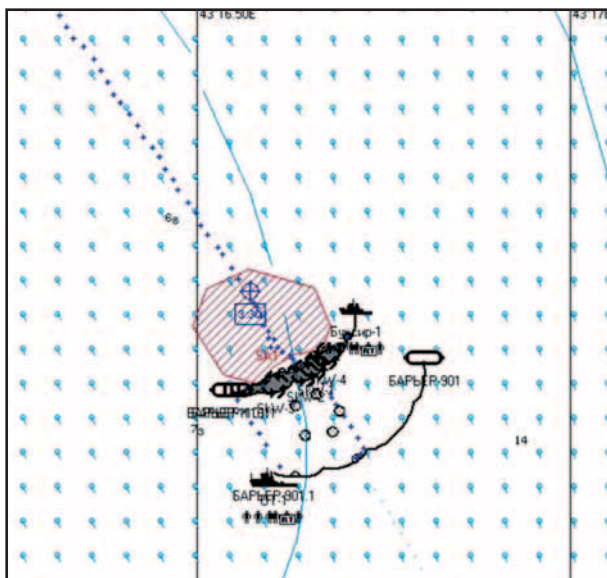


Рис. 5. «Проскок» нефти через первую нить бонов

Для выявления условий моделирования (исходных параметров) необходимо выполнить исследование значимости влияния факторов первой и второй групп на третью. Стоит отметить, что эффективность рассмотренных методов локализации и ликвидации определяется преимущественно следующими параметрами области возможного загрязнения (ОВЗ): количество эмульсии (для всех подходов), вязкость (сорбирование и МС), толщина нефтяного пятна (ограждение и МС).

Таким образом, принципиально важно изучить влияние различных факторов первой и второй групп на вязкость, максимальную толщину нефтяного пятна и количество смеси на плаву (КСП) в условиях ВВП.

Чтобы решить поставленную задачу выделения значимых факторов, лучше всего воспользоваться методом планирования эксперимента, а для его реализации и анализа полученных данных – компьютерной программой STATISTICA 8.0.

В рамках работы, описываемой в настоящей статье, авторы применяли дробный трехуровневый факторный план Бокса-Бенкена, который позволяет осуществить тестирование значимости исследуемых факторов на параметры нефтяного пятна. Подробно о методике статистического наблюдения повествует [9].

За район моделирования был выбран участок реки Оки (0-250 км) на границах обслуживания администрации Волжского бассейна ВВП и ФГУП «Канал имени Москвы», где

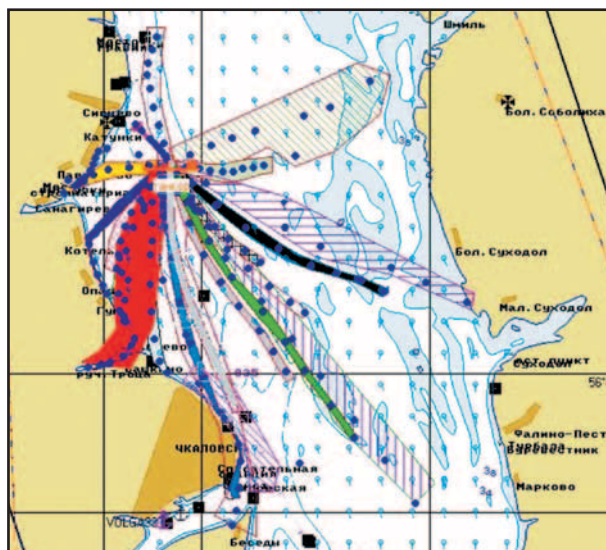


Рис. 6. Зоны ЧС(Н) группы сценариев «Межень» для анализируемого источника РН

находится значительное количество объектов ОС, чувствительных к нефтяному загрязнению (водозаборных сооружений и особо охраняемых природных территорий).

Результаты моделирования и анализ полученных данных в виде карты Парето представлены в таблицах 1- 3 и на рис. 7-9.

Как показал многофакторный эксперимент, на рассмотренные параметры ОВЗ значимо влияют только 4 главных фактора: тип нефтепродукта (вязкость, максимальная толщина пятна, КСП), скорость ветра (вязкость, КСП), температура воздуха (максимальная толщина нефтяного пятна) и объем разлива (КСП).

На основе проведенных исследований можно сделать ряд важных выводов:

- 1) эффективность процессов локализации и ликвидации определяется действием 3 групп факторов: условиями окружающей среды, характеристиками источника разлива и параметрами области возможного загрязнения;
- 2) при разработке специальных ИТМ по защите объектов ОС от РН необходимо использовать имитационное моделирование для каждого потенциального источника опасности;
- 3) эффективность рассмотренных методов локализации и ликвидации определяется преимущественно следующими параметрами ОВЗ: количество эмульсии (для всех подходов), вязкость (сорбирование и МС), толщина нефтяного пятна (ограждение и МС);

Факторы, значимо влияющие на вязкость нефти

Таблица 1

Фактор	SS	cc	MS	F	p
Скорость течения L+Q	5,831158E+06	2	2915579	0,14718	0,863419
Объем разлива L+Q	6,709161E+05	2	335458	0,01693	0,983213
Тип нефтепродукта L+Q	4,734041E+08	2	236702056	11,94902	0,000037
Скорость ветра, высота волны L+Q	2,010594E+08	2	100529677	5,07487	0,008910
Угол направления ветра L+Q	2,312973E+07	2	11564867	0,58381	0,560624
Температура воды L+Q	6,068976E+07	2	30344879	1,53185	0,223721
Температура воздуха L+Q	1,042956E+08	2	52147778	2,63249	0,079440
Ошибка	1,307415E+09	66	19809326		
Общая SS	2,176496E+09	80			



Факторы, значимо влияющие на вязкость нефти

Таблица 2

Фактор	ss	cc	MS	F	p
Скорость течения L+Q	359368	2	179683,3	1,553796	0,219079
Объем разлива L+Q	83705	2	41852,3	0,361913	0,697716
Тип нефтепродукта L+Q	1319818	2	659909,2	5,706493	0,005177
Скорость ветра, высота волны L+Q	395851	2	197925,4	1,711538	0,188505
Угол направления ветра L+Q	436079	2	218039,6	1,885473	0,159841
Температура воды L+Q	188622	2	94310,9	0,815543	0,446807
Температура воздуха L+Q	673466	2	336733,1	2,911863	0,061392
Ошибка	7632360	66	115641,8		
Общая SS	11089269	80			

Факторы, значимо влияющие на количество смеси на плаву

Таблица 3

Фактор	ss	cc	MS	F	p
Скорость течения L+Q	298215	2	149108	1,2091	0,304985
Объем разлива L+Q	35465695	2	17732847	143,7959	0
Тип нефтепродукта L+Q	2150911	2	1075455	8,7209	0,000436
Скорость ветра, высота волны L+Q	806460	2	403230	3,2698	0,044256
Угол направления ветра L+Q	216683	2	108341	0,8785	0,420189
Температура воды L+Q	86689	2	43344	0,3515	0,704955
Температура воздуха L+Q	31848	2	15924	0,1291	0,879083
Ошибка	8139089	66	123320		
Общая SS	47195590	80			



Рис. 7. Карта Парето стандартизованных эффектов для вязкости нефти

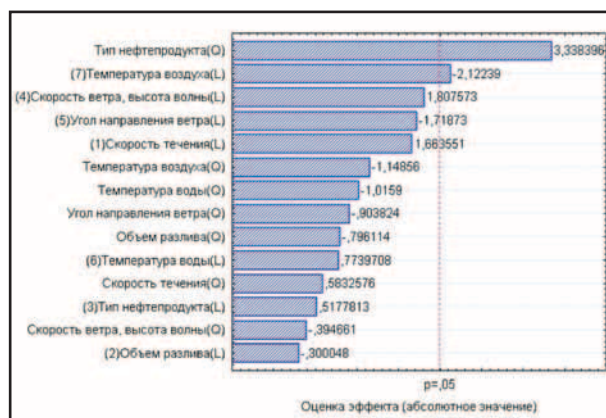


Рис. 8. Карта Парето стандартизованных эффектов для количества смеси на плаву

**4) в ходе моделирования целесообразно учитывать действие основного фактора – скорости течения (она сказывается на эффективности всех описанных методов ликвидации [5-7]) и 4 статистически значимых факторов: тип нефтепродукта, скорость ветра, температура воздуха и объем разлива (прямое и косвенное – через параметры ОБЗ) влияние на действенность способов ликвидации.**

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Наумов, В.С. Оценка ущерба при разливах нефти на объектах транспортного комплекса / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин // Журнал Университета водных коммуникаций. –

2010. – № 5(1). – С.152-157. 2. Наумов, В.С. Проблема защиты экологически чувствительных территорий при разливах нефти на внутренних водных путях / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин, О. С. Нестерова // Журнал Университета водных коммуникаций. – 2013. – № 19(3). – С.130-135. 3. Наумов, В.С. Информационно-аналитическая поддержка мероприятий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН) в Волжском бассейне / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин // Международный научно-промышленный форум «Великие реки-2007»: труды конгресса / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород, 2007. – С.227-228. 4. Наумов, В.С. Информационные аспекты создания



Рис. 9. Карта Парето стандартизованных эффектов для толщины пятна

функциональной подсистемы организации работ по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов

дуктов на внутренних водных путях / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин // Наука и техника транспорта. – 2007. – № 3. – С.74-77. **5.** Наумов В.С. Управление кризисными ситуациями природного и техногенного характера. Учебное пособие / В.С. Наумов, А.Е. Пластинин. - Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009. – 208 с. **6.** Мерициди, И.А. Техника и технологии локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: Справ./ И.А. Мерициди, В.Н. Ивановский, А.Н. Прохоров и др.; Под ред. И.А. Мерициди. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008. – 824 с. **7.** Руководство по ликвидации разливов нефти на морях, озерах и реках. Под ред. Овчинникова Г.М.: СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 2002. – 344 с. – вып. 22. **8.** Янтемирова, Е.Г Оценка вариации факторов, влияющих на локализацию разливов нефти / Е.Г. Янтемирова, А.Е. Пластинин // Актуальные проблемы науки и техники. Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2012. – С. 96-98. **9.** Пластинин А.Е. Оценка загрязнения при разливе нефти на водную поверхность /А.Е. Пластинин // Журнал Университета водных коммуникаций. – 2013. – № 18(2). – С.129-135

**УЧРЕЖДЕНИЯ:** Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ); Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова (НГЛУ)

**ТЕМА:** Система упражнений для формирования иноязычной коммуникативной компетенции у будущих инженеров речного и морского флота (предкоммуникативный модуль)

**АВТОРЫ:** О.Б. СОЛОВЬЕВА, доцент, к. п. н., кафедра «Иностранные языки» ВГАВТ; А.Г. КАЛИНИНА, доцент, к. п. н., кафедра «Лингводидактика и методика преподавания иностранных языков» НГЛУ

Согласно «Примерной программе дисциплины «Иностранный язык» (ИЯ) для неязыковых вузов и факультетов» основной целью преподавания соответствующего курса является «...овладение студентами необходимым и достаточным уровнем коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в различных областях бытовой, культурной, профессиональной и научной деятельности при общении с зарубежными партнерами, а также для дальнейшего самообразования».

Компетенция – комплексная характеристика способности и готовности выпускников демонстрировать и применять полученные в результате освоения образовательной программы знания, умения, навыки, а также личностные качества в стандартных и изменяющихся ситуациях профессиональной деятельности. Навыки и умения лежат в основе любого научения. Навык как «действие, достигшее уровня автоматизма» [1], и умение как «усвоенный субъектом способ выполнения действий, обеспечиваемый

совокупностью приобретенных знаний и навыков», формируются в результате многократного повторения действий и операций, осуществляемого в процессе обучения, то есть в результате выполнения упражнений.

Упражнение в методической литературе определяется как «специально организованное в учебных условиях одно- или многократное выполнение отдельной или ряда операций либо действий речевого (или языкового) характера» [2]; «структурная единица методической организации материала, функционирующая непосредственно в учебном процессе, обеспечивающая предметные действия с этим материалом и формирование на их основе умственных действий, умственной активности» [1].

Необходимость создания системы упражнений (СУ) для формирования иноязычной коммуникативной компетенции у обучающихся обусловлена тем, что при освоении иноязычной речи одно упражнение не дает конечного эффекта, не способствует достижению поставленной цели. Под СУ понимает-

ся «такая совокупность необходимых типов, видов и разновидностей упражнений, выполняемых в такой последовательности и в таком количестве, которые учитывают закономерности формирования умений и навыков в различных видах речевой деятельности в их взаимодействии и обеспечивают максимально высокий уровень овладения ИЯ в заданных условиях» [2].

Разработанная СУ для обучения профессионально ориентированному общению (ПОО) на английском языке будущих специалистов речного и морского флота выстроена с учетом:

- 1) особенностей общения как средства речевого и производственного взаимодействия;
- 2) содержания обучения, предполагающего учет требований международных нормативных документов;
- 3) принципов обучения (принципов коммуникативной, профессиональной, интерактивной направленности обучения; междисциплинарной интеграции; контекстного обучения).

Лингвистический компонент содержания обучения иноязычному ПОО состав-

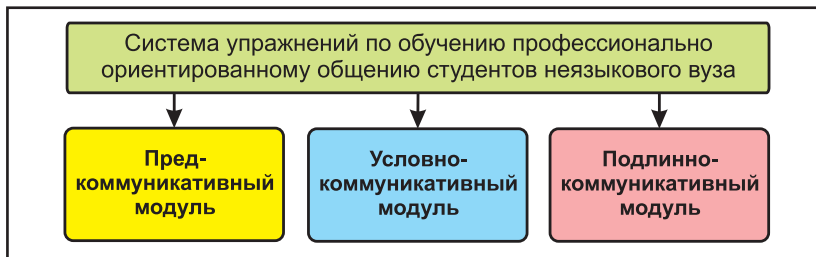


Рис. 1. Компоненты системы упражнений по обучению профессионально ориентированному общению студентов неязыкового вуза

ляют сферы профессиональной деятельности инженеров водного транспорта, темы, ситуации речевого иноязычного общения, информационный материал (тексты), средства общения – языковые явления (лексические единицы, грамматические формы и конструкции, формулы речевого общения).

Следует отметить особую значимость специальных текстов. С их помощью передаются понятия, призванные содействовать формированию профессионально-производственной картины мира обучаемых. Тексты профессиональной направленности являются источником языкового (лексического и грамматического) и речевого материала. Они создают языковую среду, способствуют созданию разных видов знаний – лингвистических и профессиональных, условий для осуществления общения на основе упражнений.

Предлагаемая СУ состоит из 3 модулей (рис. 1): предкоммуникативного, условно-коммуникативного и подлинно-коммуникативного. Трехкомпонентная типология упражнений обеспечивает плавный и естественный переход от формирования навыков и умений к их функционированию. В основе разработанной системы лежит текстовая база профессиональной направленности, составленная согласно программным темам по специальностям.

Работа над каждой темой предполагает 3 этапа: 1) информационно-аналитический; 2) тренировочно-репродуктивный; 3) продуктивно-креативный. Каждый из

них играет определенную роль в формировании навыков и умений профессионально ориентированного общения.

В настоящей статье рассматривается предкоммуникативный модуль (ПМ), призванный способствовать реализации первого (информационно-аналитического) этапа работы над темой, то есть когда происходит знакомство с учебным материалом (профессиональными терминами, текстами). Тексты, являясь источником лингвистической и профессиональной информации, посредством языковых и речевых единиц обеспечивают учебный процесс профессионально-значимыми фактами. Слушатели, разбирая специфические иноязычные структуры, присущие профессионально направленным текстам, анализируют предоставляемые сведения.

Таким образом, главное внимание концентрируется на содержании текста и языковом материале. На данном этапе в процессе выполнения соответствующих упражнений при работе с текстами формируются языковые навыки, которые в дальнейшем должны обеспечить осуществление речемыслительной деятельности.

Упражнения в составе ПМ отражают терминологическую и профессиональную лексику инженеров водного транспорта и направлены на усвоение обучающимися необходимых для профессионального общения лексико-грамматических средств; их выполнение преследует цель осмысления и сознательного усвоения языкового материала (грамматического, лексического,

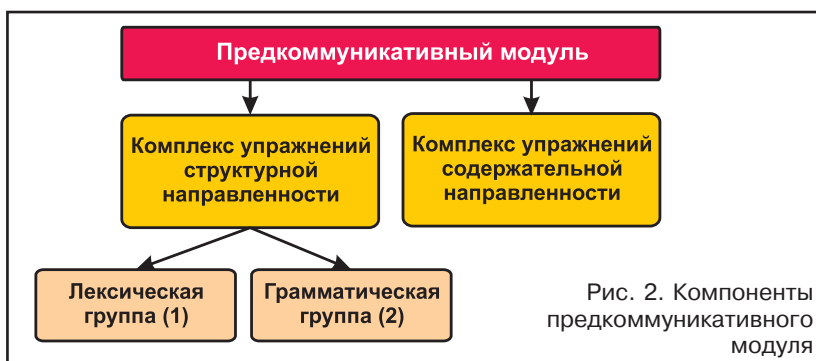


Рис. 2. Компоненты предкоммуникативного модуля

фонетического) в разных видах речевой деятельности.

Модуль подразделяется на несколько комплексов – упражнений (рис. 2): структурной и содержательной направленности. Первые ориентированы на освоение лексико-грамматических особенностей речи, вторые – на поиск профессиональной информации, ее анализ, систематизацию, сравнение, обобщение.

## КОМПЛЕКС УПРАЖНЕНИЙ СТРУКТУРНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

### Лексическая группа (1):

Упражнения на идентификацию и дифференциацию лексических единиц: Read the definition of the terms and answer the questions:

The word «radar» means Radio Detection and Ranging.

An antenna is a device composed of a system of one or more linear conductors.

The fundamental frequency of an antenna is the frequency to which the antenna's inductance and capacity are resonant in themselves.

1. What does the word «radar» mean?

2. What is an antenna composed of?

3. To which frequency are the antenna's inductance and capacity resonant in themselves?

Упражнения на соотнесение лексических единиц, которые направлены на семантизацию и выбор значения из ряда предложенных на английском или русском языке, например:

Match the words on the left with the corresponding definition on the right: (тема «Антенны»)

1. dipole antenna a) a variation of the conventional antenna;

2. yagi antenna b) two wires pointed in opposite directions;

3. dielectric resonator c) a directional of the dipole with parasitic elements.

Упражнения на замену лексической единицы синонимичной/антонимичной ей:

Find synonyms: (тема «Антенны»)

1. to transmit a) reflected signal;

2. echo b) to transform;

3. to amplify c) two times;

4. to convert d) to increase;

5. to travel e) to send out.

Find words in the text with opposite meaning:

direct current unidirectional

horizontal increase

wide

Инсертивные упражнения:

Insert the missing words: (тема «Антенны»)

1. Electric and magnetic fields ... around a conductor.

2. An electromagnetic field propagates ...  
3. ... moving through space ... a radio wave.

4. ... between electric and magnetic fields accounts for ... of radio waves in space.

5. A system of wires ... for transmission and reception of radio waves is called an antenna.

Имитационные упражнения (воспроизведение речевых образцов):

Read and memorize the safety message: (тема «Связь при бедствии»).

Securite, Securite, Securite

All ships, All ships

This is Netherlands Coastguard, Netherlands Coastguard, Netherlands Coastguard Securite

Navigational warning Number 24/98

Seismic survey in progress. M/v «Topaz» conducting a seismic survey in the separation scheme off Terschelling Bank in area bounded by lat. 48°19' to 48°30' and long. 005°34' to 006°35'E.

This is Netherlands Coastguard. Out.

Подстановочные упражнения (воспроизведение речевых образцов, видоизмененных на основе заданных элементов):

Make up a message using the substitution table: (тема «Связь при бедствии»)

Mayday-relay, Mayday-relay, Mayday-relay

This is Lyngby Radio, Lyngby Radio, Lyngby Radio

Mayday

Motor Vessel «Gloria» YOZT

Following received from motor vessel «Gloria»

Time: 1345 UTC 1625

Mayday

Motor vessel «Gloria»

Position: Lat. 52°02'N Long. 002°24'E 54°24'N 010°19'E

Sinking, immediate assistance is required collision

This is Lyngby Radio. Over.

Трансформационные упражнения (видоизменение данных предложений путем замены основной лексической структуры по образцу):

Rewrite these sentences in the Seaspeak format according to the model (Перепишите предложения в формате Seaspeak согласно образцу):

Model: Large vessel leaving. Keep clear of the approach channel.

Advice: Keep clear of approach channel, reason: large vessel leaving.

1. I will attempt rescue by sling.

2. I'm afraid that shore-based assistance is not available.

3. It would be better for you to pass ahead of me as I am slowing down.

Конструктивные упражнения (самостоятельное построение высказываний

с опорой на данный языковой/речевой материал):

Transmit urgency messages as in the example, using the situations given below (Передайте срочное сообщение по образцу, используя приведенные ниже ситуации):

Pan-pan, Pan-pan, Pan-pan

All ships, All ships, All ships

This is motor vessel «Topaz», «Topaz», «Topaz»

Pan-pan

This is motor vessel «Topaz» YOZT

Position: Lat. 42°23'N Long. 004°27'

Main engine break down

I request towing. Over.

a) problems with propeller / tug assistance is required;

b) attack of pirates / military assistance is required.

Переводные упражнения:

Say in English:

1. На судне произошел взрыв в машинном отделении.

2. Произошло столкновение с другим судном.

3. Судно наскочило на мель, опасный крен.

4. На судне вышла из строя энергетическая установка, судно неуправляемо.

**Грамматическая группа (2):**

Упражнения на идентификацию и дифференциацию грамматических явлений:

1. Найдите в тексте предложения с данной грамматической формой.

2. Объясните употребление данной грамматической формы в предложении.

3. Определите залог данных предложений.

Трансформационные упражнения (видоизменение данных предложений путем замены основной грамматической структуры по образцу):

The following sentences from the text are in the Active Voice. Turn them into the Passive Voice according to the model (Следующие предложения из текста в действительном залоге. Переведите их в страдательный залог.)

Model: We can change antenna's properties by adding special elements.

Antenna's properties can be changed by adding special elements.

1. An electromagnetic field will induce an alternating current upon the antenna.

2. An antenna can receive and transmit signals equally.

## КОМПЛЕКС УПРАЖНЕНИЙ СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Включает следующие задания:

На поиск и извлечение конкретной информации:

«Look through the text and find the information about the factor that accounts for the propagation of radio waves in space» («Прочитайте текст и найдите информацию о факторе, который способствует распространению радиоволн в пространстве»).

На сравнение информации:

«You've got the description of two antennas. Compare their parameters.» («Вам дано описание двух антенн. Сравните их параметры»).

На систематизацию информации:

«Read the information about radio equipment requirements for ships and group the radio equipment according to sea areas (A1, A2, A3, A4)» («Прочитайте информацию о требованиях к радиооборудованию для судов, и сгруппируйте радиооборудование согласно морским районам плавания A1, A2, A3, A4»).

На определение правильности информации:

«Are the statements true or false? Correct the wrong statements.» («Верны или неверны утверждения? Исправьте неверные утверждения.»)

1. Antenna radiates an electromagnetic field.

2. An electromagnetic field induces a direct current upon the antenna.

3. An electric dipole is usually a coil or a loop of wire.

4. Antennas are designed to operate in a relatively narrow frequency range.

5. Omnidirectional antennas radiate in all directions.

6. Radio frequency signal cannot pass through nonconducting walls.

На дополнение информации:

«Study information about LORAN and complete the sentences:» («Изучите информацию о системе LORAN и дополните предложения»).

1. LORAN (Long Range Navigation) is a terrestrial navigation system using low frequency ...

2. The current version of LORAN in common use is ...

3. The navigational method provided by LORAN is based on the principle ...

Выполнение предкоммуникативных упражнений, занимающих подчиненное место в общей системе, способствует усвоению языкового (лексического и грамматического) материала, терминологической базы специальности, частично информации профессиональной направленности. Задания описанного типа хотя и не предполагают коммуникации, однако призваны сформировать устойчивый и сознательный навык. А его автоматизированность и гибкость вырабатываются в ходе выполнения условно-коммуникативных и коммуникативных упражнений.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:  
1. Азимов, Э. Г., Шукин, А. Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения

языкам) [Текст] / Э. Г. Азимов, А. Н. Шукин. – М.: Издательство ИКАР. – 2009. 2. Шатилов, С. Ф. Методика обучения немецкому языку в средней

школе: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов – 2-е изд., дораб. [Текст] / С. Ф. Шатилов. – М.: Просвещение, 1986.

## **УЧРЕЖДЕНИЕ:** Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

**ТЕМА:** Техничко-экономическое обоснование необходимости обеспечения речных судов дистанционными осадкомерами для определения массы перевозимых грузов

**АВТОРЫ:** А.И. ТЕЛЕГИН, д.т.н., профессор; А.О. НИЧИПОРУК, к.т.н., доцент; В.Н. ШАБРОВ, аспирант; кафедра «Логистика и маркетинг»

Известно, что на речном транспорте для определения массы груза широко применяют способ «по осадке судна». Однако, как показали недавние проведенные исследования, он не обеспечивает требуемой точности: погрешность варьируется от -4,0 до +4,0% [1], то есть больше стандартного значения. В итоге в портах отправления и назначения закономерно образуются излишки или недостатка материалов. При этом на практике чаще всего отмечаются факты именно завышения их массы по сравнению с реальной величиной (70-80% общего количества наблюдений), что негативно сказывается на сроках доставки заказов, доходах компаний, качестве перевозок. Таким образом, существует актуальная необходимость в совершенствовании данного подхода.

Обеспечить высокую достоверность замеров осадки судна при визуальном способе фиксирования ее величины весьма затруднительно из-за влияния целого ряда факторов. Между тем достаточно точно определить массу груза на борту можно только с помощью специальных технических средств – дистанционных осадкомеров, применяемых повсеместно на морском флоте [2].

Начинать исследование по обоснованию степени точности рассматриваемого подхода стоит с анализа условий сдачи груза в конечном пункте, где выполняются завершающие процедуры по перевозке. Напомним, что работы по замеру количества груза в судне и расчеты называются драфтсюрвей (от англ. Draught survey); они производятся независимой инспекцией до и после операции погрузки/выгрузки. Следовательно, целью вычисления водоизмещения по осадке судна является определение количества погруженного или выгруженного материала, что необходимо для заинтересованных сторон.

Хорошо осуществленный драфтсюрвей судна больших размеров должен достигать точности 0,5%. Очевидно, что такой высокий показатель может быть получен только в ходе измерений с применением осадкомеров, которыми в настоящее время оснащены только морские теплоходы [1]. На речном флоте такими приборами не укомплектованы даже грузовые суда последнего поколения, поэтому точность проводимых на них измере-

ний невысока, и, как следствие, увеличивается погрешность в расчетах, загрузка выполняется со значительным завышением либо с занижением массы отправляемых ресурсов.

Последнее обстоятельство в большей степени влияет на экономические показатели деятельности судоходной компании (СК), поскольку возникающая в процессе вычислений ошибка чревата недостатками груза и серьезными последствиями: в частности, на перевозчика могут быть наложены штрафные санкции в соответствии со ст. 119 Кодекса внутреннего водного транспорта (ВВТ) РФ.

На примере теплохода пр. RSD-44, загруженного серой и работающего на линии порт Бузан (Астраханская область) – порт Кавказ (Краснодарский край), выполним расчет вероятных потерь в результате ошибочного вычисления массы груза без использования дистанционных осадкомеров.

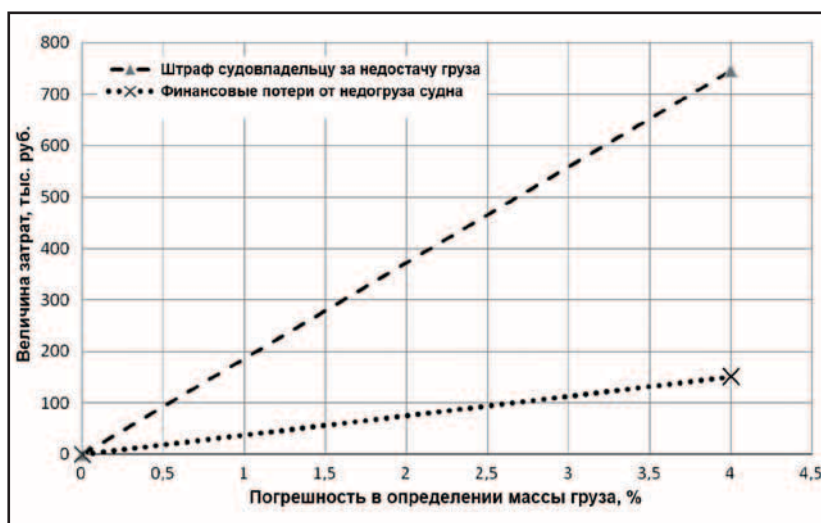
Исходные данные: грузоподъемность судна –  $G_{RSD} = 5332$  т, фрахтовая ставка на доставку серы по указанному маршруту –  $F_{RSD} = 710$  руб./т.

1. Доходы от перевозки при полной грузоподъемности судна –  $G_{RSD} = 5332$  т:

$$D_{RSD} = G_{RSD} * F_{RSD} = 5332 * 710 = 3785720 \text{ руб.}$$

2. Доходы от перевозки при недогрузе теплохода 4% (величина погрешность при определении массы груза) –  $G_{RSD} 4\% = 5119$  т:

$$D_{RSD} = 5119 * 710 = 3634480 \text{ руб.}$$



Потери судоходной компании в зависимости от величины погрешности определения массы груза в судне

### 3. Недогруз судна:

$$\Delta G_{RSD} = G_{RSD} - G_{RSD} 4\% = 5332 - 5119 = 213 \text{ т.}$$

### 4. Прямые денежные потери от недогрузки судна:

$$P = \Delta G_{RSD} * F_{RSD} 4\% = 213 * 710 = 151230 \text{ руб.}$$

5. Размер штрафа, накладываемого на судовладельца за недостачу груза при стоимости 1 т серы –  $C = 3500$  руб.:

$$S = C * G_{RSD} = 3500 * 213 = 745500 \text{ руб.}$$

Полученные данные иллюстрирует график на рис.

С его помощью проанализируем негативные последствия, которые могут быть наложены на судовладельца в случае неточного определения массы груза по осадке судна. Как упоминалось выше, за наибольший размер погрешности принята величина 4%, приводящая к недогрузу теплохода. Подобная ситуация вполне реальна при отсутствии на его борту осадкомеров.

В договорах на перевозку грузов СК Волго-Камского бассейна обычно прописано: «Груз считается доставленным полностью, если его количество, определенное в порту погрузки по осадке судов, соответствует количеству груза, определенному в порту выгрузки по осадке судов...». На практике нередко бывает именно так: количество груза вычисляется по окончании погрузки. При благоприятных погодных условиях и наличии опытного сюрвеера величина осадки судна, снимаемая «на глазок», может быть получена достаточно точно. В рассматриваемом нами случае расчеты массы груза равны полной грузоподъемности – 5332 т, доходы от перевозки за рейс составили 3785 тыс. руб. (п. 1).

В порту выгрузки грузополучатель требует, как правило, проведения независимого драфтсюрвея с целью наиболее точного определения массы доставленных ресурсов. При сложных погодных условиях (волна, зыбь, качка продольная и бортовая) и работе менее опытного сюрвеера вероятны значительные погрешности в снятии замеров осадок с марок углубления судна. Напомним, что нами была принята погрешность 4%, и в итоге расчетная масса груза «на приход» получилась 5119 т, доходы от перевозок составили 3634 тыс. руб. (п. 2).

В результате при перевозке серы на рейсе п.Бузан – п.Кавказ образуются недогруз 213 т (п. 3) и недополученная прибыль 151230 руб. (п. 4).

В соответствии с п.1 ст. 119 Кодекса ВВТ, за недостачу на судовладельца накладывается штраф, рассчитываемый на

основе цены груза. В наших вычислениях отражена недостача 213 т серы. Стоимость 1 т этого удобрения равна 3500 руб. Следовательно, размер штрафа составит 745500 руб. (п. 5).

Таким образом, из-за некорректных замеров осадки и последовавшей за ними ошибки в определении массы груза перевозчик наряду с недополучением прибыли в сумме 151230 руб. по причине недогрузки теплохода на 213 т еще несет расходы за недостачу груза в размере 745500 руб. (см. рис.).

Указанные финансовые потери для СК будут являться значительным убытком, а сам факт недогрузки судна может наложить негативный отпечаток на репутацию компании. А при больших объемах перевозок в течение навигации суммарные расходы вырастают многократно.

Из графика на рис. видно, что чем ниже погрешность в определении массы груза, тем меньше денежные потери от недогрузки судна и при этом отпадает необходимость в выплате соответствующего штрафа.

Стоимость одобренного Российским Речным Регистром осадкомера отечественного производства [3] составляет в среднем около 30000 руб, а монтажных работ на одном судне (в зависимости от типа) – примерно 80000 руб.

Напрашивается вывод: финансовые затраты собственников теплоходов по их оснащению полезными техническими средствами не являются обременительными, а производственно-экономический результат от принятых мер может оказаться значительным. Ведь с увеличением точности определения массы груза в моменты загрузки/выгрузки закономерно повысится статус СК как ответственного участника транспортного процесса, поскольку улучшатся эффективность и рентабельность речных перевозок.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. А.И. Телегин, А.О. Ничипорук, В.Н. Шабров. Проблема определения массы навалочных грузов по осадке судна. Речной транспорт (XXI век). №4, 2013.
2. А.И. Телегин, А.О. Ничипорук, В.Н. Шабров. Опыт применения дистанционных осадкомеров на морских грузовых судах, технико-экономические и коммерческие требования их применения на речных грузовых судах. Вестник ВГАВТ, 2014.
3. Судовой преобразователь давления UPT: <http://valcom.ru/page.php?pageId=113&topicId=28&bibId=62>

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

**ТЕМА:** Проектные технологии в процессе обучения иностранному языку будущих специалистов водного транспорта

**АВТОР:** Ю.Р. ГУРО-ФРОЛОВА, доцент, к. пс. н., кафедра «Иностранные языки»

**С**вободное владение иностранным языком (ИЯ) существенно повышает конкурентоспособность специалиста любого профиля, особенно работника водного транспорта (ВТ), и обоснованно является значительной составляющей его профессиональной деятельности (ПД). На этапе подготовки к ней в техническом вузе в качестве доминанты выступает интеграция профессиональных, лингвистических и социальных навыков, реализуемая в

рамках профессионально ориентированного обучения. Именно поэтому ИЯ входит в число ключевых компетенций специалиста новой формации, стремящегося к саморазвитию, самообразованию, творчеству, ориентированного на межкультурный диалог и толерантное отношение к традициям других народов.

В соответствии с национальными образовательными стандартами третьего поколения ИЯ является обязательным элементом профессиональной

подготовки, основой развития профессиональной компетентности.

Стоит отметить, что одна из важнейших составляющих учебного процесса в высшей школе, отвечающего упомянутым требованиям, – совокупность продуктивных и перспективных образовательных технологий, позволяющих организовать в вузе процесс обучения предмету с учетом его профессиональной направленности, а также методов, отражающих реальные ситуации

общения, особенности культуры стран изучаемого языка, принимая во внимание интересы, склонности и способности слушателей.

Приоритетную задачу современно-го преподавателя можно сформулировать как поиск и разработку новых стратегий, средств, приемов, принципов обучения, призванных обеспечить повышение эффективности образовательного процесса.

По мнению автора статьи, в отношении ИЯ для будущих специалистов ВТ это должно достигаться не столько наращиванием объема передаваемой информации, сколько путем создания дидактической и психологической атмосферы осмысления происходящего, за счет активного вовлечения студентов в процесс освоения дисциплины, побуждения их к индивидуальной творческой реализации, а также посредством формирования благоприятных условий для проявления инициативы.

Проект, представляющий собой совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов и предполагающий необходимость дифференциации под-

готовки, развитие самостоятельности ученика, ориентацию на его личность, потребности и возможности с непосредственным положительным влиянием на мотивационную сферу, выступает в качестве технологии, способствующей повышению эффективности освоения ИЯ в нелингвистическом вузе и, в частности, в ходе обучения будущих специалистов ВТ.

Применяя проектную технологию (ПТ), студент оказывается в ситуации реального использования ИЯ. При этом такой формат участия способствует усилению прикладного значения языка как средства накопления профессиональных знаний у студентов.

ПТ включает следующие этапы:

- 1) постановка, выявление проблемы;
- 2) определение задач проекта; планирование работы;
- 3) поиск информации;
- 4) получение конечного продукта, результата проекта;
- 5) итоговая презентация в аудитории;
- 6) коллективное обсуждение завершеного проекта.

В качестве примера реализации описанного принципа совместно с препода-

вателями профильных кафедр автор статьи предлагает проект «Мое судно» («My vessel»), структура которого показана на рис.

Данный проект может быть частью процесса обучения ИЯ, в том числе будущих судовых механиков, электромехаников, кораблестроителей и рулевых. Его особенностями являются активизация творческого потенциала обучающихся, углубление полученных знаний и расширение профессионального кругозора за счет привлечения дополнительных источников информации (СМИ, Интернета, справочной литературы и т.п.). Осуществляя подготовку проекта, студенты демонстрируют полученные знания, способность самостоятельно находить и обрабатывать материал, умение использовать информационные компьютерные технологии при подготовке задания, а также навыки и умения разговорной речи в ходе представления и последующего коллективного обсуждения результатов проделанной работы в аудитории.

Главная идея рассматриваемой ПТ – представление студентом судна,

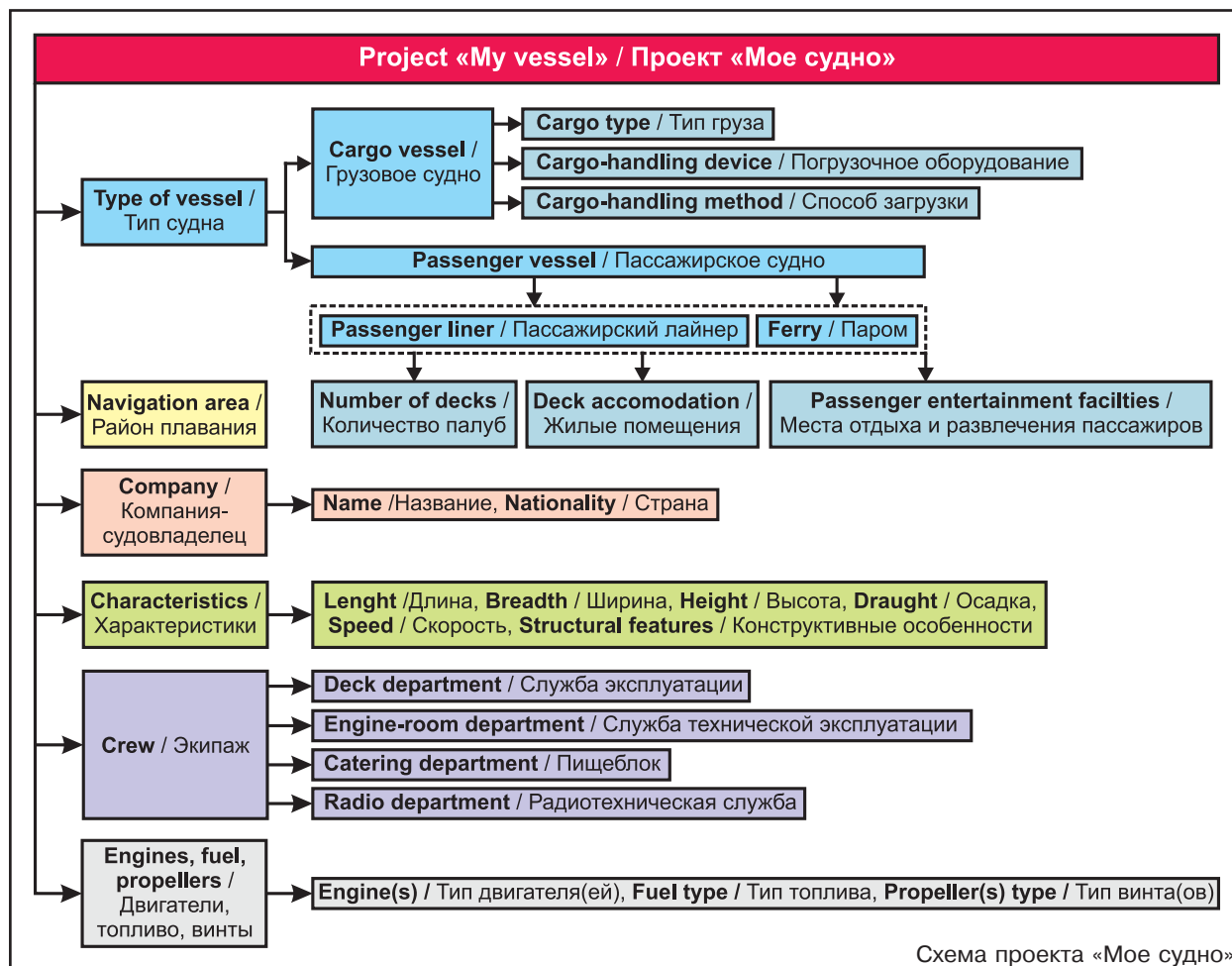


Схема проекта «Мое судно»

включающее детальное исследование тем в соответствии с планом (см. рис.):

- тип судна и его характеристики;
- компания, которой принадлежит судно;
- район плавания;
- экипаж;
- оснащение (энергетические установки и другое оборудование).

Проект, тематическое наполнение которого определяется специализацией, может выполняться на разных этапах обучения, например на 3-5 курсах (в зависимости от уровня подготовки студентов) в течение двух семестров. Важно, что при этом будущие работники ВТ будут осваивать содержание своей предстоящей ПД.

Преимущества предложенной методики:

- значительная автономная деятельность студентов;
- отражение содержания образовательных программ по дисциплине «иностранный язык» для специалистов ВТ;
- активное использование в ходе учебно-воспитательного процесса информационных компьютерных технологий, мультимедийных средств и т.д.;
- ориентация на профессиональные интересы, потребности каждого студента: обучающийся разрабатывает персональный проект с учетом либо ПД по окончании вуза, либо личных предпочтений;
- воздействие на мотивационную сферу слушателей;
- развитие творческого потенциала студентов.

Описываемая ПТ включает несколько этапов.

**Подготовительный.** Обучающиеся получают задание, знакомятся с общей схемой проекта, находят пути решения промежуточных проблем, формулируют

задачи, подбирают источники информации, уточняют перечень дополнительных средств, которые могут быть применены как при подготовке, так и при последующей презентации итогового продукта. При этом преподаватель, в частности, помогает в постановке целей проекта, определяет его продолжительность, консультирует относительно возможного содержания подэтапов, необходимой лексики, грамматических конструкций.

**Основной.** Студенты осуществляют сбор и обработку нужной информации, выбирают оптимальный способ представления итогового продукта и выполняют проект. При этом преподаватель по необходимости выступает в качестве консультанта, наблюдателя, косвенно руководит, советует.

**Заключительный.** Слушатели защищают проект в формате презентации с использованием мультимедийных средств (компьютер, проектор, CD-, DVD-проигрыватель, интерактивная доска и т.п.); происходит коллективное оценивание результатов, анализ, обсуждение содержания проекта.

Такая схема отражает все возможные стадии ПТ с конкретным наполнением, однако, по желанию студентов, в нее могут быть внесены изменения и дополнения, поскольку ключевая задача – творческое, индивидуальное решение обучающимися обозначенной проблемы.

ПТ, в основе которых лежит реализация контекстного подхода, способствуют повышению эффективности процесса обучения ИЯ специалистов ВТ по следующим причинам:

- а) происходит объектно-субъектная трансформация студентов, когда они становятся субъектами взаимодействия;
- б) в процессе реализации проекта имеет место интеграция языковой и профессиональной подготовки;

в) информация выполняет функцию средства (а не цели) для освоения действий профессионального иноязычного общения;

г) осуществляя подготовку проекта, обучающиеся разрабатывают интересующую их проблему, за счет чего повышается мотивация к учению.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт ВПО. – 2011.
2. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: Метод. пособие [Текст] / А. А. Вербицкий. – М.: Высшая шк., 1991.
3. Гуро-Фролова Ю.Р. Проблема повышения результативности обучения иностранному языку студентов нелингвистического вуза: проектные технологии [Текст] / Ю.Р. Гуро-Фролова // Труды 14-го международ. науч.-промышленного форума «Великие реки 2012». Материалы науч.-метод. конф. профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Т. 2. – Н. Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ». 2012. – С. 332-335.
4. Гуро-Фролова Ю.Р. Психолого-педагогические условия формирования мотивации изучения иностранного языка у студентов нелингвистического вуза: дис. канд. психол.наук (19.00.07) [Текст] / Ю.Р. Гуро-Фролова. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. – 205 с.
5. Полат Е.С. Метод проектов на уроках иностранного языка [Текст] / Е. С. Полат // Иностр. языки в школе. – 2000. – №2. – С.3-10.
6. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст] / Е. С. Полат. – М.: Академия, 2000. – 272 с.

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

**ТЕМА:** Совершенствование управленческого учета косвенных затрат в судоходных компаниях

**АВТОР:** В.В. КРАЙНОВА, к. э. н., доцент кафедры «Учет, анализ и аудит»

**Н**а современном этапе объективная сложность управления экономикой предприятия, в том числе судоходной компании (СК), требует создания адекватной системы информационного обеспечения управления затратами его производственно-хозяйственной деятельности и поиска новых подходов к решению проблем совершенствования управленческого учета.

В рыночных условиях стал очевидным тот факт, что самыми управляемыми с позиции выявления резервов экономики, роста прибыли и рентабельности представляются именно прямые рас-

ходы, а не косвенные. Недостаточно адаптированные к нынешним обстоятельствам методы учета и распределения последних приводят к принятию ошибочных управленческих решений [4].

Выбор метода учета и распределения косвенных расходов (КР) чрезвычайно важен для правильного расчета себестоимости единицы продукции (работ, услуг). Он делается организациями самостоятельно, записывается в учетной политике и является неизменным в течение всего финансового года.



Существенная особенность в калькулировании себестоимости перевозок в СК – отсутствие не только традиционного для промышленного предприятия блока общепроизводственных расходов (по содержанию и эксплуатации оборудования, общецеховых), но и незавершенного производства. Это связано со спецификой речного транспорта, где нет материального производства, что обуславливает неординарность учета и распределения КР.

В Отраслевой инструкции по составу затрат и калькуляции себестоимости работ и услуг предприятий основной деятельности речного транспорта определены следующие статьи учета прямых затрат по каждому из объектов калькулирования [2]: затраты на оплату труда, в том числе рацион бесплатного питания; отчисления на социальные нужды; топливо и энергия; материалы; амортизация основных фондов; затраты на ремонт; аренда судов и механизмов; платежи за комплексное и хозяйственное обслуживание судов и услуги сторонних предприятий; прочие расходы.

В соответствии с упомянутым документом, в организациях внутреннего водного транспорта (ВВТ) к косвенным (распределяемым) относят затраты [2]:

- по содержанию рейдовых и служебно-вспомогательных судов (ледокольных, буксирных, спасательных, пожарных, водолазных, обстановочных, патрульных, медико-санитарных, плавмагазинов и др.), обеспечивающих потребности основного флота и служб, организующих его эксплуатацию;

- связанные с управлением и обслуживанием производства, то есть на содержание работников аппарата управления предприятия, его обособленных (структурных единиц) и обслуживающих подразделений, не выделенных на самостоятельный баланс, а также технических средств управления, находящихся на балансе (в том числе аппаратуры связи, вычислительных), и общеэксплуатационные нужды.

Практика крупных СК, а также результаты исследований отечественных и зарубежных экспертов свидетельствуют о том, что КР постоянно возрастают как в абсолютной сумме, так и относительно общей величины издержек экономического субъекта. Это объясняется научно-техническим прогрессом, усложнением задач управления и соответствующим ростом численности управленческого персонала, повышением его квалификационного уровня, широким использованием в управлении передовых средств комму-

никации, ужесточением требований к представительности офисов, их оборудованию и т.д. Таким образом, появляется объективная необходимость в смене подходов к учету, распределению КР, совершенствованию контроля за ними.

Варианты учета и распределения КР, применяемые в организациях ВВТ согласно Отраслевой инструкции и учетной политике СК, фактически сводятся к одному (таблица 1).

Получается, что в финансовой бухгалтерии предприятий речного транспорта затраты оцениваются по сокращенной себестоимости (по прямым и производственным косвенным расходам), а в управленческой бухгалтерии посредством внутренних отчетов определяется полная себестоимость по каждому виду перевозок или, другими словами, применяется система учета полных затрат.

Между тем используемые методы распределения нельзя назвать экономически обоснованными. Как и на большинстве промышленных предприятий за базу распределения косвенных расходов принята прямая заработная плата, потому что это просто и удобно, так как первичные документы, связанные с ее начислением, всегда «под рукой». Но в итоге возрастает себестоимость заграничных перевозок, поскольку именно в них больший удельный вес занимают затраты на оплату труда.

По результатам анализа степени связи между расходами на оплату труда, с одной стороны, и расходами по управлению и обслуживанию производства и содержанию вспомогательного флота, с другой стороны, применяя коэффициент корреляции и таблицу Чаддока, можно сделать вывод, что связь между величинами слабая – соответственно  $K=0,08$  и  $0,07$ .

Очень важным представляется выбор базы распределения (БР) накладных (косвенных) расходов, ведь следует учитывать прежде всего необходимость обеспечения относительной точности калькулирования, которая, в свою очередь, требуется для ряда управленческих решений, и принимать во внимание трудоемкость определения этой базы [6].

С целью выработки рекомендаций по совершенствованию БР КР в организациях ВВТ автор статьи предлагает их классифицировать. По принадлежности к процессу перевозок накладные расходы (НР) логично разделить на производственные и непроизводственные. К первым следует отнести затраты на содержание рейдового и служебно-

Система учета и порядок распределения косвенных затрат, применяемые СК Таблица 1

Вид косвенных затрат	Финансовый учет	Калькуляционный учет
1. Система учета косвенных затрат		
Косвенные затраты СК	Метод учета затрат на базе сокращенной себестоимости 1. Косвенные затраты отражаются в финансовых отчетах. 2. Затраты по управлению обслуживанием производства (общехозяйственные и коммерческие расходы не распределяются между видами перевозок)	Система учета затрат на базе полной себестоимости 1. Распределение косвенных затрат между видами перевозок (во внесистемных аналитических таблицах). 2. Бюджетирование косвенных затрат. 3. Анализ косвенных затрат. 4. Учет косвенных затрат на единых для финансового и управленческого учета счетах
2. Методы распределения косвенных затрат		
1. Затраты по содержанию рейдового и служебно-вспомогательного флота	Распределяются по видам флота пропорционально зарплате плавсостава	Распределяются по видам флота пропорционально зарплате плавсостава
2. Затраты по управлению обслуживанием производства (общехозяйственные расходы)	В полной сумме списываются на счет 90 «Продажи»	Распределяются по видам флота пропорционально зарплате плавсостава
3. Коммерческие расходы	В полной сумме списываются на счет 90 «Продажи»	Распределяются по видам флота пропорционально зарплате плавсостава

**Пример распределения управленческих расходов по судам пропорционально маржинальной прибыли (руб.)**

Таблица 2

№ п/п	Наименование показателя	Флот			Итого
		Судно 1	Судно 2	Судно 3	
1	Доходы	334620	486200	456448	1277268
Прямые расходы					
2	Заработная плата	24588	38806	48305	111699
3	Рацион бесплатного питания	5006	9419	11812	26237
4	Отчисления на социальное страхование	6639	12629	13165	32433
5	Топливо и электроэнергия	104034	209300	239800	553134
6	Материалы	2372	4670	9354	16396
7	Амортизация основных средств	1893	2555	1959	6407
8	Расходы на ремонт	16350	110667	10601	137618
9	Аренда судов	-	-	-	-
10	Комплексное обслуживание судов	-	2977	1180	4157
11	Дисбуртсменты	47592	6060	-	53652
12	Навигационные сборы	-	13750	11413	25163
13	Брокерская комиссия	969	-	-	969
14	Расходы по страхованию	9357	2937	3717	16011
15	Услуги государственных контролирующих органов	2354	5027	2054	9435
16	Услуги судовой связи	1151	575	895	2621
17	НДС по необлагаемому обороту	3927	-	-	3927
18	Командировочные расходы	9951	-	-	9951
19	Прочие прямые расходы	3927	5072	4792	13791
20	Итого прямых расходов	237753	424444	359047	1021244
Накладные расходы, маржинальная и операционная прибыль					
21	Расходы по содержанию вспомогательного флота	-	3075	5174	8249
22	Маржинальная прибыль	96867	58681	92227	247775
23	Удельный вес маржинальной прибыли, %	39	24	37	100
24	Управленческие расходы	x	x	x	10850
25	Распределение управленческих расходов пропорционально маржинальной прибыли	4232	2604	4014	10850
26	Операционная прибыль	92635	56077	88213	236925

вспомогательного флота, ко вторым – затраты, связанные с управлением и обслуживанием производства.

С учетом того, что расходы по содержанию вспомогательного флота являются постоянными КР, в качестве их БР между видами перевозок в СК целесообразно, по мнению автора статьи, выбрать прямые затраты (ПЗ). Это будет справедливое распределение, ведь организации ВВТ характеризуются однопродуктовым производством и высокой долей ПЗ в валовых затратах (примерно 90%).

Суда нуждаются в руководстве на уровне СК, поэтому при распределении общехозяйственных и коммерческих затрат наибольшую практическую значимость для организаций отрасли, по мнению автора статьи, имеет такая БР, как маржинальная прибыль, которая представляет собой вклад каждого вида перевозок в достижение общей прибыли СК. Тогда будет справедливо распределять общехозяйственные и коммерческие расходы пропорционально этим вкладам (таблица 2).

Традиционные методы учета затрат и распределения не имеют точных количественных измерителей, способных предоставить информацию для управления НР, поэтому в практике СК, наряду с традиционными, логично применять и альтернативные схемы распределения – методы учета НР: по местам затрат и видам деятельности.

Для лучшего понимания перспектив их использования в организациях ВВТ коротко рассмотрим суть методов.

По мнению автора статьи, практическое применение на ВВТ имеет метод распределения НР по местам возникновения затрат, которыми на перевозках являются суда. Этапы распределения расходов на примере СК можно представить в виде последовательных шагов.

Шаг 1. Группировка непроизводственных НР в разрезе непроизводственных центров затрат (НЦЗ): финансовое, экономическое и кадровое управления, бухгалтерия и т. д.

Шаг 2. Группировка ПЗ по перевозкам в разрезе производственных центров затрат (ПЦЗ) – судов, и формирование информации о расходах обслуживающих центров затрат (ОЦЗ): транспортный цех, котельная, вспомогательный флот и др.

Шаг 3. Распределение расходов ОЦЗ между ПЦЗ и НЦЗ; при этом расходы по вспомогательному флоту полностью относятся на суда, а расходы котельной и транспортного цеха – на НЦЗ.

Шаг 4. Распределение общехозяйственных расходов (ОР) между ОЦЗ (транспортный цех и котельная, при реализации услуг «на сторону») и ПЦЗ (суда).

Шаг 5. Распределение НР, объединенных в рамках ПЦЗ (судна) между конкретными перевозками.

Шаг 6. Распределение расходов на продажу между перевозками.

Описанная альтернативная схема распределения имеет важное практическое значение. Суда нуждаются в руководстве на уровне СК. Следовательно, логичнее распределять управленческие расходы между центрами затрат, которые потребляют услуги, оказываемые администрацией, а не между видами перевозок. Таким образом, применение на практике данной схемы создает условия для наиболее точного распределения НР между объектами калькулирования.

Еще большая точность в распределении НР достигается при их учете по видам деятельности – с помощью метода ABC (от англ. Activity-based costing – функциональный учет затрат), входящий в систему управления затратами в разрезе видов деятельности ABM (от англ. Activity-based management).

Концепция метода ABC (рис.) была подробно описана в 1988 году профессорами Гарвардского университета (г. Кембридж, США) Робинном Купером и Робертом Капланом. Цель метода состоит в точном калькулировании себестоимости продукции (работ, услуг), а суть заключается в том, что предприятие рассматривается в качестве совокупности функций (видов деятельности, операций), осуществлению которых сопутствует потребление ресурсов. Каждой функции подбирается связанный с ней носитель затрат (НЗ), после чего определяется его цена, и в итоге рассчитывается себестоимость продукции (работ, услуг). Данная методика позволяет собрать более точные сведения о произведенных затратах по функциям, поэтому с успехом применяется в управленческом учете [3].

Рациональность использования метода ABC в СК зависит от особенностей ее деятельности и обусловлена следующими факторами:

- разнообразием непроизводственных НР (расходов по управлению и обслуживанию производства);
- отсутствием прямой зависимости и связи НР (расходов по управлению и обслуживанию производства, на содержание вспомогательного флота) с традиционной базой их распределения (зарплата плавсостава).

Согласно методу ABC затраты по видам деятельности предприятия сначала исчисляются, а затем «прослеживаются» до конечных продуктов через систему НЗ (см. рис.); при этом НР являются основным объектом учета и анализа [7].

Этапы внедрения системы ABC:

1. Группировка накладных расходов по видам деятельности.

2. Отбор НЗ. Выбираются факторы, оказывающие в разрезе видов деятельности влияние на НР, группа которых будет сопоставима с НЗ в том случае, если она будет однородна, то есть представлена только единичным примером.

Между тем на практике функциональные НР укрупняются с целью экономии средств на содержание учетной системы.

Ключевым аспектом построения системы распределения НР является выбор НЗ, который должен быть связан с величиной этих расходов, являться их причиной, быть точным в количественном или стоимостном выражении и простым в измерении.

3. Определение ставок поглощения НР (или стоимости НЗ) по формуле:

$$\text{Ставка поглощения} = \frac{\text{Накладные расходы вида деятельности}}{\text{Количество носителей затрат}}$$

4. Поглощение НР продуктами через систему НЗ.

Таким образом, при использовании метода ABC рассматривается принципиально иная концепция распределения (поглощения) НР. Основная задача группировки затрат по видам деятельности – определение степени их связи с производимыми продуктами. Данный подход намного эффективнее, чем распределение общей суммы НР между видами продуктов по единой расчетной базе.

Использование метода ABC увеличивает число ставок распределения, повышает точность калькулирования себестоимости продукции, поскольку НЗ связаны с производимыми продуктами и НР, а ОР группируются по функциональным подразделениям, что свидетельствует о совмещении функциональных и структурных центров затрат.

Для внедрения метода ABC в СК можно рекомендовать НЗ, перечисленные в таблице 3.

Если сравнивать традиционные НЗ ОР и по методу ABC, то вторые представлены более комплексно, в них виден системный подход, который применяется к каждой статье ОР. При этом НЗ, выявленные с помощью рассматриваемого метода, оказывают реальное влияние на динамику НР.

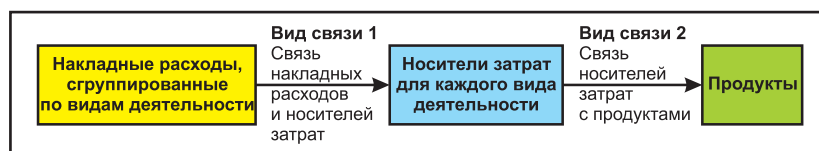
Между тем у метода ABC есть недостаток, заключающийся в трудоемкости расчетов и затратоемкости работ, а также в ряде сложностей по «отслеживанию» затрат до продуктов (не всегда понятно, какие НЗ должны быть выбраны для тех или иных НР, сгруппированных по видам деятельности).

Поскольку увеличение точности распределения НР ведет к росту затрат, связанных с измерением последних, требуется разработка такой схемы внедрения метода ABC, при которой затраты на увеличение точности калькулирования не превышали бы потери от принятия управленческих решений, основанных на неточном и необоснованном распределении НР [4].

В заключение стоит отметить, что применение альтернативных схем распределения НР в системе управленческого учета СК призвано организовать эффективное управление затратами, что положительно скажется на ее деятельности.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Инструкция по учету доходов и расходов по обычным видам деятельности на ВВТ (приказ Минтранса России от 30.09.2003 г. № 194).
2. Отраслевая инструкция по составу затрат и калькуляции себестоимости работ и услуг предприятий основной деятельности речного транспорта: утверждена Минтрансом России 08.03.1993 г. № ВА–6/152.
3. Влажина И.Ю. Метод ABC в рамках стратегического управленческого учета на предприятиях ВВТ // Международный бухгалтерский учет. 2013. – № 38.
4. Зюзин В.Л.,



Модель метода ABC

**Рекомендуемые носители затрат для производственных  
и непроизводственных накладных расходов в СК**

Таблица 3

Группировка накладных расходов по видам деятельности	Носители затрат
1. Производственные накладные расходы	
Расходы по содержанию вспомогательного флота	Время работы, заказы на обслуживание
2. Непроизводственные накладные расходы	
2.1. Расходы функциональных подразделений	
Пресс-служба	Прямые расходы на оплату труда, человеко-часы, маржинальная прибыль
Финансовое управление	Количество счетов
Управление экономикой	Время планирования перевозок, работники, занимающиеся планированием перевозок
Управление бухгалтерского учета	Человеко-часы, операции, количество документов
Управление международных и грузовых перевозок	Объем продаж
Управление туристических и пассажирских перевозок	Объем продаж
Управление внутренних грузовых перевозок	Объем продаж
Техническое управление	Количество проведенных ремонтов
Отдел закупок	Покупная стоимость материалов, частота поставок материалов, заказы на покупку
Управление кадров	Численность работающих
Отдел экологии и пожарной безопасности	Прямые расходы на оплату труда, время работы, человеко-часы
Отдел охраны труда	Прямые расходы на оплату труда
Управление связи и радионавигации	Прямые расходы на судовую связь
Управление охраны и экономической безопасности	Прямые расходы на оплату труда, время работы, человеко-часы, прочие носители затрат
Управление безопасности на флоте	Количество судов
Правовое управление	Время на решение юридических вопросов, договоры, прямые расходы на оплату труда
Хозяйственное управление	Прямые расходы на оплату труда, время работы, человеко-часы
Транспортный отдел	Время работы по путевым листам, заказы на транспортировку, количество накладных
Общий отдел	Прямые расходы на оплату труда, время работы, человеко-часы, прочие носители затрат
Контрольно-ревизионное управление	Количество проверок, численность проверяющих, время проверок
Специальный отдел	Прямые расходы на оплату труда, время работы, человеко-часы, прочие носители затрат
Отдел продаж и списания флота	Объем продаж, количество актов на ликвидацию
2.2. Прочие расходы по видам деятельности	
Непроизводственные потери	Непосредственно на перевозки
Налоги	Объем продаж
Расходы аппарата управления, не связанные с функциональными подразделениями	Прямые расходы на оплату труда, человеко-часы

Вешуткина Т.Ю. Методы снижения издержек деятельности транспортных предприятий при их реструктуризации // Вестник ВГАВТ. Выпуск 34. – Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ. 2013 – С.117-122. 5. Костров В.Н., Ничипорук А.О. Современные проблемы и направления государственного регулирования на внутреннем водном транспорте // Вестник

ВГАВТ. Выпуск 33. – Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ. 2012 – С. 123-127. 6. Крайнова В.В. Оптимизация и совершенствование налогообложения организаций судоходства и судостроения // Вестник ВГАВТ. Выпуск 39.-Н. Новгород: Изд-во ВГАВТ. 2014 – С.147-153. 7. Соколов А. Ю. Управленческий учет накладных расходов. – М: Финансы и статистика, 2004. – 448 с.

## **УЧРЕЖДЕНИЕ:** Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ)

**ТЕМА:** Технология сотрудничества и ее применение при обучении иностранному языку

**АВТОР:** О.И. КОВАЛЬ, к. пс. н., доцент кафедры «Иностранные языки»

**И**звестно, что совместная учеба (СУ) эффективна во многих аспектах. Между тем, по мнению Спенсера Кагана – одного из ведущих американских специалистов по обучению в сотрудничестве, она является сложной формой образовательного процесса, рационально объединяющего различные стадии освоения материала, но создающего для студентов объективные трудности как на интеллектуальном, так и на социальном уровне.

Рассматриваемый метод, разработанный в США, в том числе с целью развития у людей способности сотрудничать друг с другом, полезен для всех возрастных групп – от детского сада до университета, то есть это больше, чем просто комплекс подходов к построению эффективного учебного процесса.

Исследования показывают впечатляющие результаты СУ в плане предметных знаний и положительного влияния в виде повышения самооценки студентов и заметного роста их успеваемости. Последнее обусловлено тем, что в ходе занятий у студента, постепенно включающегося в работу вместе со всеми, исчезает психологический барьер и чувство неуверенности, а требующаяся активность не дает скучать и отвлекаться.

Технология сотрудничества может быть с успехом использована в любой области знаний, в частности для обучения иностранным языкам (ИЯ). Метод актуален для преподавателей именно этой дисциплины благодаря возможности коммуникации.

Опираясь на труды Спенсера Кагана, выделим главные составляющие принципа СУ.

Обучение в сотрудничестве основано на социально-конструктивистском подходе: человек формирует свое мировоззрение посредством общения. За счет многократных повторений, которые неизбежны при взаимодействии, предмет усваивается гораздо лучше, чем если бы преподаватель просто давал задания. Студент вынужден практически самостоятельно приходить к пониманию материала.

Для создания оптимальных условий сотрудничества принцип СУ обычно

применяется к небольшой аудитории, например к группе из 4 слушателей, где взаимодействие структурировано в соответствии с четко регламентированными правилами. В команде возможна парная работа, личный контакт также очень важен.

Таким коллективам рекомендуется определенное время разбирать материал сообща, чтобы создавался командный дух и появлялась мотивация взаимопомощи.

Основой СУ являются «структуры», в которых заключена серьезная разница между совместным образовательным процессом и традиционной групповой работой. Поэтому упомянутый американский ученый называет анализируемый подход к кооперативному обучению «структурным».

В нашем случае под структурой понимается свободный от содержания способ организации взаимодействия между людьми. Классическим примером является игра «Round Robin» (от англ. – «Круглый стол», «Соревнования по кругу»), как шаг многоступенчатой структуры, в ней участники коллектива по очереди предлагают свой ответ на вопрос или идеи для «мозгового штурма»; либо цепочка заданий «Think-pair-square» (от англ. – «Подумай – пара – команда»), когда после индивидуального размышления происходят обмен мнениями с партнером и групповое обсуждение.

Каждая структура подразумевает ее освоение в разные по продолжительности периоды времени в зависимости от того, какой материал учебной программы в нее заложен. Когда возникает необходимость планирования проектных форм изучения, логично выстраивать целую серию структур, вместе образующих нужную последовательность, чтобы в ходе работы достигать предлагаемых подцелей.

Вообще, принцип структур применим к любым областям знаний, но только тогда, когда они сочетаются с их содержанием, становясь предметной деятельностью. В рамках СУ приоритетная задача преподавателя состоит в выборе (или личном построении)

подходящих по отношению к целям и содержанию структур, способных в значительной степени контролировать поведение людей.

Наличие множества структур объясняется вариативностью целей преподавания, например в приобретении конкретных знаний или развитии навыков коммуникации либо мышления. В связи с этим Спенсер Каган классифицирует структуры в соответствии с общей целью, которую они преследуют, тем самым облегчая выбор в отношении их содержания и наполнения материалом, подлежащим освоению.

В СУ используются следующие структуры (приемы): создание команды, построение занятия, освоение, обмен информацией, навыки мышления и коммуникации.

Общие категории относятся к общим целям, которые лучше всего обслуживают индивидуальные структуры. Согласно категоризации американского ученого, многие структуры одинаково полезны при реализации единых целей. В частности, «Round Robin» можно отнести к структурам «Построение команды», «Освоение» и «Обмен информацией».

Цель общих категорий – позволить преподавателю выбрать структуру, соответствующую общей цели; ведь будучи адекватными именно той, для которой создавались, они могут быть совершенно непригодными для решения других задач. Таким образом, если студентам требуется освоить конкретный материал, то не следует оперировать структурой «навыки общения», в частности «Talking Chips» (ее суть – в практике диалога), или «Умение мыслить», например, «мозговой штурм» (придумывание новых идей), а необходимо пользоваться структурой «Освоение», в частности «Expert – Jigsaw», подразумевающей формирование одного эксперта по определенной теме для объяснения ее остальным присутствующим.

Существуют 4 принципа, которые должны соблюдаться в каждой структуре вне зависимости от цели.

1) Одновременное взаимодействие: в образовательный процесс вовлека-

ется сразу максимально возможное количество слушателей. Здесь оптимальная форма работы – парная, ее часто применяют в качестве одного из этапов различных структур.

Ярким примером противоположной работы на занятии является форма «преподаватель – группа»: студент ожидает своей очереди, допустим, в течение 44 мин., чтобы затем высказаться лишь около 60 с. В случае с одновременным взаимодействием время выступления очень просто увеличить в 10 или 20 раз.

2) Равнозначное участие. Обычно структуры выстраиваются таким образом, чтобы каждый обучаемый мог в равной степени вносить свой вклад в общее дело, и никто не оставался безучастным. При этом на классном занятии зачастую реализуется обратный подход: одни студенты нередко отвечают по желанию, а другие, больше остальных нуждающиеся в практике ИЯ, как правило, говорят либо мало, либо вовсе молчат. В распространенной групповой работе обеспечение равного участия слушателей является серьезной проблемой для преподавателей.

3) Положительная взаимозависимость. Структуры всегда создаются с целью полноценной реализации потенциала каждого члена команды при решении поставленной задачи, чтобы его вклад стал частью общей работы. Все студенты в группе должны быть заинтересованы не только в передаче своих знаний коллегам, но и в извлечении для себя пользы от коллективного общения пока не наступит полного взаимопонимания. А ведь именно этого и не хватает на обычном уроке. Описанный двухтактный механизм выступает в качестве эффективного «двигателя» в процессе сотрудничества.

4) Индивидуальная ответственность – важнейший мотивирующий фактор СУ. Структуры позволяют каждому студенту играть значимую роль в процессе взаимодействия, при этом никто не вправе отказаться от участия, чтобы не создавать неудобства для партнеров. Любому человеку приятно осознавать, что он обладает знаниями, которыми может поделиться с другими, и такую возможность ему предоставляют структуры. Индивидуальная ответственность реализуется и тогда, когда слушатели самостоятельно оценивают себя, выполняя различные задания или тесты.

Рассмотрим технологию СУ на примере освоения студентами ИЯ и оценит эффект от ее применения.

Поскольку целью образовательного процесса является достижение коммуникативной компетенции, преподава-

ние должно быть коммуникативным и в максимальной степени обеспечивать общение. Ведь студенты могут получить ценные сведения не только от преподавателя, но и от одноклассников посредством специально разработанных заданий.

На современном этапе знания доступны благодаря открытости информации и сотрудничеству людей, что очень важно для изучения ИЯ, так как, развивая языковые навыки, студенту уже не нужно полагаться исключительно на преподавателя. Обучаемому должна быть предоставлена возможность формирования собственного критического мышления в процессе обмена идеями с коллегами. Для этого преподаватели ИЯ могут использовать принцип СУ, сводя к минимуму свое участие, тем самым позволяя студентам совместно овладевать знаниями.

Перечислим приемы, способствующие успешной деятельности в сотрудничестве:

- побуждение к размышлению и обсуждению так называемых вопросов «почему?» (англ. «why-questions»);
- заострение внимания на комментариях, мнениях и предложениях;
- создание атмосферы критического мышления;
- формирование условий для совместного анализа, обобщения, оценки и пересмотра идей.

Автором статьи предлагается следующий порядок действий, например на уроке чтения.

Взамен произношения текста вслух или рекомендации студентам ознакомиться с ним самостоятельно с последующим выполнением соответствующих упражнений, можно приступить к совместной деятельности в формате парной или групповой работы:

1. Попросить студентов образовать пары и прочитать только первый или несколько абзацев (в зависимости от длины), затем обсудить их содержание и ответить на вопросы вместе с партнерами.

2. Предложить каждой паре работать с другой парой, вновь обсуждая содержание, чтобы они могли приобрести новую информацию и проверить расхождения.

3. Повторить п. 1 и 2 для остальных абзацев, пока текст не будет прочитан целиком.

(Примечание: если текст очень длинный, студенты могут устать и начать путаться, повторяя это задание несколько раз; если текст довольно короткий, можно применить альтернативный подход: разделить текст и соответственно учеников в классе на две части (А и В), чтобы каждая выпол-

няла п. 1 и 2. В конце образовать пары из студентов групп А и В, попросив их рассказать друг другу о содержании своей половины текста.)

Метод СУ подразумевает проверку эффективности его использования, то есть в течение некоторого испытательного срока (например, семестра) необходимо организовывать еженедельные тесты успеваемости для оценки степени понимания материала и овладения навыками коммуникации. В этот период предполагается ведение преподавательского дневника, отражающего ход событий:

1. Какова реакция студентов на выполнение совместных заданий?

2. Проявляют ли они инициативу или демонстрируют нежелание принимать участие в дискуссии? Почему?

3. Какие вопросы волнуют самого педагога?

4. Какое влияние принцип СУ оказывает на процесс обучения?

После проведения совместного чтения на занятии (2-3 повтора), логично узнать мнение аудитории об используемой технологии, для чего попросить заполнить ее краткую анкету (таблица).

По результатам опроса преподаватель делает выводы.

Рассмотрим конкретные примеры структур обучения в сотрудничестве, применяемых в практике преподавания ИЯ.

#### «3-шаговое интервью».

Шаг 1: Парное взаимодействие: студент А опрашивает студента Б.

Шаг 2: Партнеры меняются ролями.

Шаг 3: Работа в команде – игра «Round Robin»: студенты по очереди объясняют, что произнес их партнер.

Такое «интервью» можно определить как структуру обмена информацией и использовать для обработки материала множеством способов. Например, студенты опрашивают друг друга о том, какие из двух прочитанных историй им больше понравились и почему, какого персонажа в рассказе они считают наиболее приятным/реалистичным/интересным и почему и т.д. При этом опрашиваемый студент не только вынужден изъясняться на изучаемом языке, но и принимать участие в процессе интерпретации.

#### «Люди, работающие вместе».

Шаг 1: Команда получает задание. Ее члены дискутируют до тех пор, пока не придут к согласию и не убедятся в том, что все поддерживают данную точку зрения и могут защитить ее.

Шаг 2: Студент из каждой команды переходит в соседнюю группу, чтобы уже ей объяснить вывод своих партнеров.

В этой структуре «по овладению материалом» важно делать акцент на рабо-

## Анкета для студентов по итогам совместного обучения

	Не согласен	Не уверен	Согласен
1. Работа с партнером упростила упражнения по чтению	1	2	3
2. Обсуждение текста помогло запомнить его содержание и усвоить язык	1	2	3
3. Обсуждение текста помогло усовершенствовать словарный запас и грамматику	1	2	3
4. Работа с партнером помогла улучшить разговорную речь	1	2	3
5. Работа с партнером повысила мотивацию на уроках чтения	1	2	3

те, выполненной в первом коллективе. Однако когда студент присоединяется к другой группе, структура превращается в «обмен информацией», поскольку презентация в новой команде служит доказательством не только усвоения материала, но и обмена знаниями. Подобным образом можно организовать работу разных групп по различным вопросам и обмен ответами.

### «Внутри – снаружи круга».

**Шаг 1:** Студенты работают в группах над заданной темой.

**Шаг 2:** Они встают, образуя два кольца, одно внутри другого.

Например, если 6 команд по 4 человека, то 3 коллектива формируют внутренний круг лицом наружу, остальные – внешний, смотря внутрь. Так что у каждого находящегося в большом кольце получается собеседник в малом кольце. Осуществляются обоюдные обмен и обсуждение информации.

**Шаг 3:** Студенты любого из кругов сдвигаются на 4 человека в выбранную сторону для контакта с новым партнером.

«Внутри – снаружи круга» особенно подходит для обучения студентов представлению материала в четком, структурированном виде, что особенно важно для презентаций.

Описанная структура является одной из самых универсальных. Ее можно отнести сразу к нескольким категориям: «Построение занятия», «Освоение» и «Обмен информацией». Структуру полезно применять для того, чтобы создать благоприятную атмосферу общения на английском языке, восприятия и вопроизведения материала.

Во всех приведенных случаях студенты отрабатывают самые разные компоненты коммуникативной компетенции: стратегическую (умение общаться с другим человеком), прагматическую (использование речевых актов в учебных ситуациях: похвала, совет, просьба разъяснить вопросы), дискурсивную (представление и прослушивание презентации, обратная связь в команде), социальную.

Стоит отметить, что кооперативное обучение является чрезвычайно демо-

кратической формой образовательного процесса, эффективным способом формирования личности, универсальным средством языкового развития.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- McCafferty, S. G., Jacobs, G. M., Iddings, A. C. D. (Eds.). (2006) *Cooperative Learning and Second Language Teaching*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Murphey, T., Jacobs, G. M. (2000) 'Encouraging critical collaborative autonomy', *JALT Journal*, 22(2), 228-244.
- Oxford, R. L. (1997) 'Cooperative learning, collaborative learning, and interaction: Three communicative strands in the language classroom', *The Modern Language Journal*, 81(4), 443-456.
- Pishghadam, R., Moghaddam, M. M. (2011) 'Group Work in EFL Children's Classes: A Qualitative Study', *Theory and Practice in Language Studies*, 1(6), 622-629.
- Spencer Kagan: *Cooperative Learning*. San Clemente, Calif.: Kagan Cooperative Learning, 1994.
- Kagan Structures: *Research and Rationale*. In: *Kagan Online Magazine*, 2001 [www.kaganonline.com/Articles/index.html]

**УЧРЕЖДЕНИЕ:** Новосибирская государственная академия водного транспорта (НГАВТ)

**ТЕМА:** Безопасность судоходства на р. Обь на участке Новосибирская ГЭС – устье р. Томь

**АВТОРЫ:** В.А. СЕДЫХ, д. т. н., профессор; А.Ю. ЛАПЕЙ, аспирант; кафедра «Водные изыскания и гидроэкология»

**Б**езопасные навигационные условия определяются двумя критериями: надлежащим обслуживанием водных путей и качественным гидрометеорологическим обеспечением. Гарантированные габариты судового хода устанавливаются на основании величины проектного уровня и поддерживаются посредством дноуглубительных работ и мероприятий по закреплению трассы фарватера. Оценить ее дифференцированные габариты позволяет, в частности, фактическая и прогностическая информация об уровнях воды (УВ).

Ниже плотины Новосибирской ГЭС по длине р. Обь взаимодействие антропогенных и естественных факторов развивается неодинаково, что обуславливает разделение нижнего бьефа на ряд участков. Наиболее отчетливо из

них выделяется тот, который прилегает к плотине, где четко проявляются все антропогенные факторы: сезонное регулирование стока, отсутствие большей части влекомых наносов, неустановившееся движение потока, изменение температурного режима. Протяженность второго участка определяется доминирующим фактором – влиянием измененного режима стока воды, в данном случае распространяющемся до г. Колпашево [2].

В настоящее время на отрезке реки ниже электростанции наблюдается ухудшение судоходных условий из-за посадки УВ, особенно в меженный период, вызванных регулированием стока в нижнем бьефе и последствиями добычи песчано-гравийной смеси. Совпадение карьерных разработок в русле и глубинной эрозии в нижнем бьефе, развитию кото-

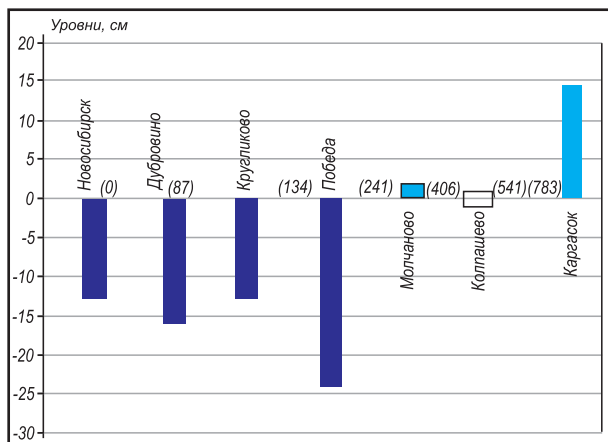


Рис. 1. Изменение величины (см) минимального уровня воды по линии тренда 1985-2009 годов на Оби ниже Новосибирской ГЭС. В скобках указано расстояние (км) от Новосибирска

рой способствовало регулярное землечерпание, привело к значительной посадке уровней на всем его протяжении, преимущественно на городском участке, где расположены основные объекты инфраструктуры водообеспечения муниципального хозяйства и промышленности. При этом фарватер, причалы, мосты, переходы трубопроводов и другие инженерные сооружения, спроектированные в расчете на естественный гидрологический и русловой режим, оказываются в неблагоприятных условиях эксплуатации. В процессе размыва обнажаются выходы скальных пород на дне, при карьерных разработках имеет место перераспределение расходов воды по рукавам, что создает дополнительные трудности и способствует появлению затруднительных для прохождения флота отрезков реки [1].

Исследование уровенного режима на опорных гидрологических постах Оби на участке Новосибирская ГЭС – устье р. Томь показало, что в районе этих постов с различной интенсивностью отмечается понижение минимальных за период открытого русла УВ (рис. 1).

В отношении рек бассейна верхней и средней Оби (до г. Колпашево) был проведен анализ среднегодовых расходов воды (СГРВ) за период наблюдений. На большинстве рек, являющихся притоками Оби, величины СГРВ имеют тенденцию к уменьшению, в самом верхнем створе Оби –

Таблица 1  
Посадка уровней воды на приплотинном участке Новосибирской ГЭС за разные периоды, см (гидрологический пост р. Обь – г. Новосибирск)

Расход воды, м <sup>3</sup> /с			
1000	1300	2000	3000
1961-1975 годы			
69	58	40	29
1975-1985 годы			
35	35	31	29
1985-1995 годы			
20	21	23	22
1995-2007 годы			
17	15	13	11

с. Фоминское тоже прослеживается их сокращение, а на участке Новосибирская ГЭС – г. Колпашево вообще отмечается резкое падение.

Это может быть следствием регулирования стока, снижения годового количества осадков, увеличения изъятия воды, цикличности природных процессов или других причин. Уменьшающаяся водность Оби (до г. Колпашево) на фоне посадки УВ создает еще более неблагоприятные условия для судоходства.

До настоящего момента в зоне разработки русловых карьеров в совокупности с эрозией русла реки на приплотинном участке электростанции осуществляется посадка УВ. Ее интенсивность сократилась почти в 3 раза, что обусловлено замедлением глубинной эрозии и закрытием некоторых русловых карьеров в непосредственной близости от Новосибирска.

Наибольшее зафиксированное годовое понижение УВ за период существования ГЭС связано с производством особенно больших по объему разработок карьера в 1972 году, когда после извлечения из русла 4,8 млн. м<sup>3</sup> грунта падение уровней в створе гидроузла составило около 20 см при расходах менее 2000 м<sup>3</sup>/с. В то же время прохождение высоких паводков 1966 и 1969 годов спровоцировало понижение УВ за счет размыва (а также и по причине карьерных разработок, хотя и в объеме значительно меньшем, чем в 1972 году) всего лишь на 8-11 см [1]. Изменение величины посадки УВ на Оби в разные периоды времени приведено в таблице 1.

Перерасчет проектных отметок УВ не проводился довольно долго. На участках рек, где в больших масштабах выполняются землечерпательные работы, для обеспечения гарантированных габаритов судового хода рекомендуется осуществлять корректировку проектных уровней с периодичностью 3-5 лет [4], поскольку от этого напрямую зависит навигационная безопасность, продолжительность судоходного сезона, количество грузоперевозок и их экономическая эффективность.

Анализ проектных отметок показал, что принятые в данное время проектные уровни на отрезке Оби ниже Новосибирского водохранилища до устья р. Томь выше уровней, которые соответствуют обеспеченности 95-98% (таблица 2).

На рис. 2 представлены кривые обеспеченности ежедневных УВ в период открытого русла с 1957 по 2010 год на гидрологическом посту р. Обь – г. Новосибирск. Как видно по кривой обеспеченности среднесуточных УВ, существующий проектный уровень 80 см над «0» поста имеет обеспеченность 83%, что не соответствует требованиям для магистральной реки. Расчетные проектные уровни обеспеченностью 95 и 98% в первом приближении по многолетней кривой обеспеченности среднесуточных УВ равны 20 и 0 см. Они корректировались по кривым обеспеченности среднесуточных уровней маловодных лет (1989, 1997, 2007, 2008 годы) и многолетней кривой обеспеченности минимальных уровней за период навигации. В результате анализа указанных кривых и совмещения с нижней границей зоны наиболее часто встречающихся минимумов значения корректируемого УВ, последний параметр достиг -10 см над «0» поста.

Качественный прогноз УВ с максимально возможной заблаговременностью важен для различных отраслей. В качестве примера можно привести экстремально низкие уровни летне-осенней межени на реках бассейна верхней и средней Оби (до г. Колпашево) в 2012 году, которые стали причиной досрочного закрытия навигации. При приближении УВ к проектным отметкам прогноз следует использовать для оптимального выбора судна и планирования объема перевозок, а также при производстве дноуглубительных работ с целью обеспечения безопасности на водных путях.



Отметки проектных уровней на участке Оби от Новосибирской ГЭС до с. Каргасок Таблица 2

Гидрологический пост	Действующая отметка проектного уровня, см	Обеспеченность действующей отметки проектного уровня, %	Расчетная отметка проектного уровня по многолетней кривой обеспеченности среднесуточных уровней, см		Отметка проектного уровня воды, уточненная по кривым обеспеченности минимальных уровней и ежедневных уровней воды в годы с низкой меженью, см
			Обеспеченность 95%	Обеспеченность 98%	
Новосибирск	80	83	20	0	-10
Дубровино	230	89	200	180	170
Кругликово	150	89	126	110	95
Победа	315	91	290	278	265
Молчаново	70	99	120	100	75
Колпашево	185	99	240	220	195
Каргасок	220	99	305	270	250

При прохождении половодья и дождевых паводков прогнозы УВ также необходимы для принятия управленческих решений и реализации превентивных мер по предотвращению катастрофических последствий. Примером может служить паводок на р. Амур (Дальний Восток), когда изменение уровня даже на несколько сантиметров влияло на принятие того или иного решения для обеспечения безопасности, в том числе эвакуации жителей.

В целях улучшения гидрометеорологического обеспечения навигационной безопасности был разработан метод краткосрочного прогноза УВ для двух участков Оби: зарегулированного у Новосибирска и с естественным гидрологическим режимом в районе Барнаула.

Метод основан на применении нейронных сетей (НС), прикладное использование которых в последние годы активно развивается в различных отраслях производства. Однако применение НС в гидрологических прогнозах в настоящее время – это единичные случаи. Между тем у данного направления большие перспективы, поскольку подходы, базирующиеся на НС, способны улавливать закономерности изменения изучаемых объектов в зависимости от факторов, которые не явно выражены, или чью степень влияния очень сложно оценить.

Созданная НС для прогноза УВ была протестирована на зарегулированном участке Оби (ниже Новосибирской ГЭС) и при естественном гидрологическом режиме (в районе Барнаула) с различной заблаговременностью (1 и 3 сут.) с использованием информации об уровнях за предыдущие дни (за 2, 6 и 11 сут.).

Достоверность прогнозов для обоих отрезков оказалась достаточно высока (95,5-98,2%, средняя ошибка – 4,8-9,5 см): по Барнаулу оправдываемость выше для заблаговременности в 1 сут., по Новосибирску – в 3 сут. Самая высокая точность характерна для прогнозов в период зимней межени, так как изменение УВ в это время незначительно (рис. 3). В период половодья для обоих заблаговременностей прогноз по Новосибирску имеет сопоставимую успешность, что обусловлено зарегулированностью гидрологического режима; по Барнаулу успешность прогноза с заблаговременностью 3 сут. ниже, чем в 1 сут. В летне-осенний период, когда прогноз УВ наиболее востребован судоходным сообществом, лучше показатели оправдываемости прогнозов – для участка с естественным гидрологическим режимом.

Среди главных достоинств метода стоит выделить:

- гибкую структуру вычислений (перенастройка весовых компонентов расчетных уравнений);

- высокую успешность прогнозов для зарегулированного и естественного участка реки;

- автоматизированность расчета;

- малое количество необходимых для прогноза исходных данных (значения УВ);

- простой в использовании софт, с помощью которого реализуется программа для выпуска прогноза.

При расположении карьеров на участках рек, в том числе и много рукавных, для оценки их влияния на условия безопасности судоходства необходимо решить две взаимосвязанные задачи: определение отметок свободной поверхности воды и распределение расходов воды по рукавам (оценка изменения водности рукавов).

Важное значение имеют прогнозы русловых деформаций и посадки УВ, принимающие во внимание условия формирования русел рек и закономерности их руслового режима с учетом влияния карьеров. Наибольшая напря-

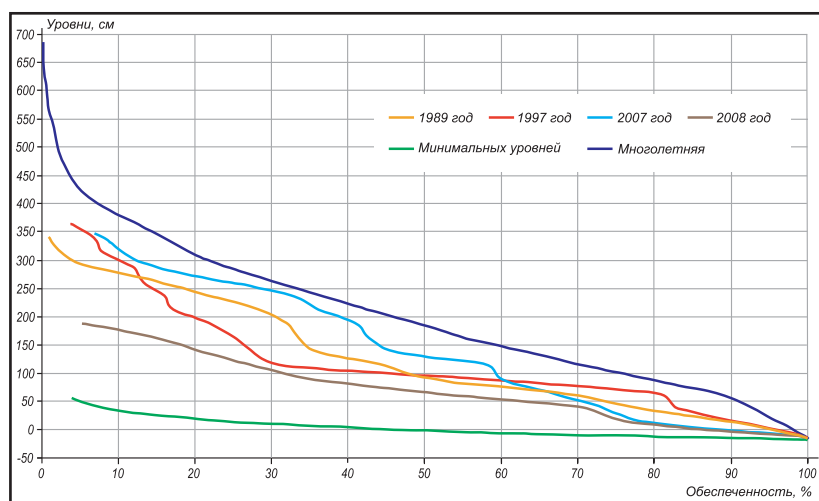


Рис. 2. Кривые обеспеченности ежедневных среднесуточных и минимальных уровней воды на гидрологическом посту р. Обь – г. Новосибирск

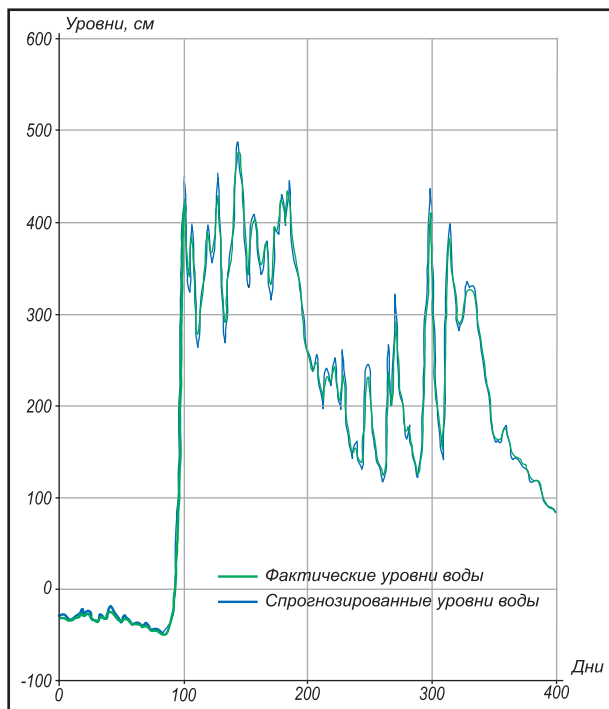


Рис. 3. Графики зависимости фактических и спрогнозированных уровней воды от времени

женность создается при массовом расположении карьеров по длине участка реки, когда возникают глубокие искусственные плесовые ложины, уничтожаются крупные формы руслового рельефа – перекаты и острова. Существенное влияние на уровенный режим также оказывают очень большие карьеры, длина и ширина которых соизмерима с размерами русла, а объем изъятых материалов в несколько раз превышает сток руслообразующих наносов за период эксплуатации руслового карьера.

Доказано, что уравнения неразрывности потока и равенства нулю алгебраической суммы падений уровней свободной поверхности по замкнутому пути многорукавного участка русла аналогичны уравнениям для электрических токов в цепях постоянного тока и, по сути, являются системой уравнений Кирхгофа [3].

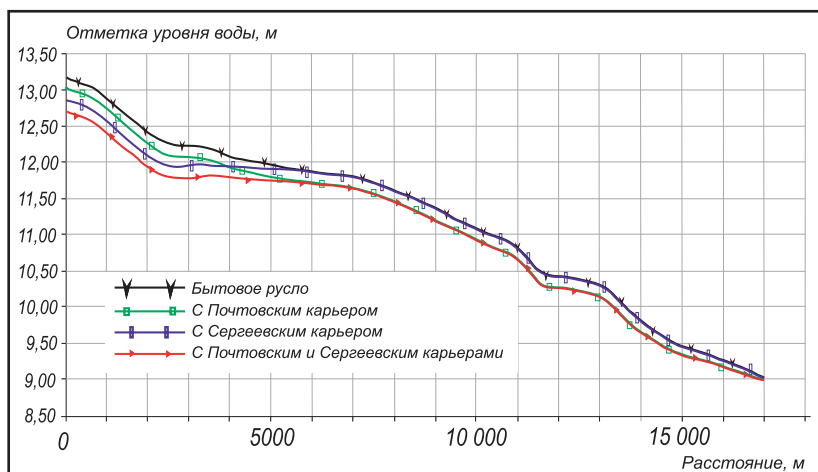


Рис. 4. Кривые свободной поверхности исследуемого участка Оби для бытового и проектного состояний русла

В качестве примера комплексного расчета возможной посадки УВ был взят участок реки Обь на 758-782 км фарватера, где находятся два карьера: в Сергеевской протоке и у с. Белоярка.

Исследования кривых свободной поверхности и перераспределения расходов воды по рукавам для данного отрезка были проведены с помощью решения уравнений Кирхгофа методом минимизации функции суммарных потерь на случай разработки одного и двух карьеров для бытового и проектного состояний русла. Было установлено, что разработка каждого из карьеров по отдельности может привести к посадке УВ, распространяющейся преимущественно в пределах самого карьера и выше по течению. В случае разработки карьеров последовательно или одновременно общая посадка УВ может равняться сумме посадок от каждого карьера (рис. 4). Таким образом, если один карьер уже разрабатывается, то при оценке возможной посадки УВ при разработке второго карьера нужно учитывать понижение УВ, вызванное разработкой первого карьера. В противном случае может оказаться, что при оценке влияния каждого карьера по отдельности возможная посадка УВ не будет лимитировать судоходство, в то время как при разработке двух карьеров суммарная посадка УВ способна создать осложнения в движении флота по реке.

Так как участок Оби ниже плотины Новосибирской ГЭС до устья Томи является самым напряженным с точки зрения грузопотоков, планомерное развитие на нем речных перевозок возможно только при наличии долгосрочного плана развития отрасли. В аспекте обеспечения навигационной безопасности и поддержания гарантированных глубин существует потребность рассмотрения на федеральном уровне вопроса об изменении величины проектных УВ на опорных гидрологических постах. Выполненный расчет отметок свободной поверхности воды выявил необходимость проведения комплексной оценки влияния разработки русловых карьеров на посадку УВ. Тогда появится возможность более точного оценивания проектного состояния реки при разработке нового карьера и его влияния на остальные объекты, а также на условия безопасности судоходства с учетом возможной суммарной посадки УВ при одновременной разработке нескольких русловых карьеров.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. К.М. Беркович, Русловые процессы и русловые карьеры, М., 2005 – 109 с.
2. Н.Н. Виноградова, С.Н. Рулева. Влияние изменений гидрологического режима и хозяйственной деятельности на состояние русла р. Оби в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1982. № 1. с. 38-44.
3. Н.В. Голышев, С.В. Моторин, В.М. Ботвинков, А.В. Ботвинков. Программный модуль для расчета распределения расходов и построения свободной поверхности в многорукавном участке реки. // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока № 1 – Новосибирск: НГАВТ. 2012. – 446 с.
4. А. И. Седых, Ф.М. Чернышов, А.В. Кабанов, Путевые работы на судоходных реках, справочное пособие, М.: Транспорт, 1978 – 328 с.

## АННОТАЦИИ

**Математическая формализация основных задач диспетчерского управления обработкой судов в речном порту / Алферов В.В., Миронов Ю.М. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 54-57**  
Рассмотрена общая постановка математической формализации основных задач диспетчерского управления обработкой флота в порту.

**Ключевые слова:** водный транспорт, диспетчерское управление, флот, обработка грузового флота, порт, математическая модель, фазы диспетчерского управления.

**Контактная информация:** asumgavt@mail.ru

**Исследование систем виброзащиты рабочих мест на объектах водного транспорта / Кочетов О.С., Новиков В.К., Баранов Е.Ф., Киселева Т.В. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 57-60**

Рассмотрены новые средства защиты человека-оператора от повышенных уровней вибрации. Приведены конструкторские схемы виброизолирующих подвесок его сиденья, а также виброизолированных помостов для обслуживания виброактивного оборудования на объектах водного транспорта.

**Ключевые слова:** подвеска сиденья, виброизолированный помост, математическая модель, направляющий механизм, виброизолирующее устройство, демпфер сухого трения.

**Контактная информация:** o\_kochetov@mail.ru

**Модель оценивания профессиональной готовности судоводителя-оператора / Романов А.В., Коржиков Ю.А. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 60-62**

Предложена модель оценивания профессиональной готовности судоводителя-оператора. Приведены примеры расчета основных параметров.

**Ключевые слова:** модель, профессиональная готовность, судоводитель.

**Контактная информация:** ken.nave@mail.ru

**Сплайн-метод экономичного управления расходом топлива на речных судах / Сахаров В.В., Кузьмин А.А., Чертков А.А., Тормашев Д.С. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 62-65**

Рассмотрен сплайн-метод экономичного управления расходом топлива на речных судах, направленный на достижение его минимального суммарного значения за рейс. Приведены примеры расчета.

**Ключевые слова:** экономия топлива, сплайн-метод, минимальный расход, речное судно, главные судовые двигатели, дизель-генераторы, управление, водный путь.

**Контактная информация:** KuzminAA@gumrf.ru

**Моделирование процессов ликвидации разливов нефти с судов / Наумов В.С., Пластинин А.Е. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 65-70**

Проведена статистическая оценка влияния различных факторов на процессы локализации и ликвидации разливов нефти в условиях внутренних водных путей.

**Ключевые слова:** риск, разлив нефти, ликвидация, окружающая среда, защита.

**Контактная информация:** plastininae@yandex.ru

**Система упражнений для формирования иноязычной коммуникативной компетенции у будущих инженеров речного и морского флота (предкоммуникативный модуль) / Соловьева О.Б., Калинина А.Г. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 70-73**

Рассматривается предкоммуникативный модуль системы упражнений, включающий терминологическую и профессиональную лексику, который является основой для формирования устойчивых иноязычных коммуникативных навыков у будущих инженеров водного транспорта.

**Ключевые слова:** система упражнений, предкоммуникативный модуль, иноязычные коммуникативные навыки, инженеры водного транспорта.

**Контактная информация:** solov2809@mail.ru, akaliniina@lunn.ru

**Технико-экономическое обоснование необходимости обеспечения речных судов дистанционными осадкомерами для определения массы перевозимых грузов / Телегин А.И., Ничипорук А.О., Шабров В.Н. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 73-74**

Представлено технико-экономическое обоснование необходимости обеспечения речных судов дистанционными осадкомерами для определения массы перевозимых грузов. Приведен пример расчета.

**Ключевые слова:** дистанционные осадкомеры, масса перевозимого груза, точность измерений.

**Контактная информация:** vladimir.shabrov@gmail.com

**Проектные технологии в процессе обучения иностранному языку будущих специалистов водного транспорта / Гуро-Фролова Ю.Р. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 74-76**

Рассматривается использование при обучении иностранному языку будущих специалистов водного транспорта проектных технологий, способствующих повышению продуктивности освоения предмета за счет воздействия на мотивационную сферу и активации автономии студентов.

**Ключевые слова:** проектные технологии, иностранный язык, водный транспорт, технический вуз, повышение продуктивности обучения.

**Контактная информация:** business\_box\_2@mail.ru

**Совершенствование управленческого учета косвенных затрат в судоходных компаниях / Крайнова В.В. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 76-80**

Рассмотрены применяемые судоходными компаниями варианты учета и распределения косвенных затрат в соответствии с Отраслевой инструкцией и учетной политикой, выявлены недостатки используемых баз распределения. В качестве совершенствования управленческого учета косвенных затрат предложены альтернативные схемы их распределения, в частности метод учета накладных расходов по местам затрат и по видам деятельности.

**Ключевые слова:** управленческий учет, косвенные затраты, места затрат, калькулирование себестоимости, распределение затрат, метод функционального учета затрат АВС.

**Контактная информация:** kvv-ppv@mail.ru

**Технология сотрудничества и ее применение при обучении иностранному языку / Коваль О.И. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68). – с. 80-83**

Рассмотрена проблема совместного обучения на занятиях по иностранному языку. Проанализирована структура технологии сотрудничества, изложены основные принципы структурного подхода.

**Ключевые слова:** обучение в сотрудничестве; структура; критерии эффективности; коммуникативная компетенция.

**Контактная информация:** oxy1981@rambler.ru

**Безопасность судоходства на р. Обь на участке Новосибирская ГЭС – устье р. Томь / Седых В.А., Лапай А.Ю. // Речной транспорт (XXI век). 2014. – № 3 (68) – с. 83-86**

Представлены результаты исследований уровня режима р. Обь, кривых свободной поверхности, а также анализа проектных отметок. Приведен обзор метода прогноза уровня воды. Сформулированы предложения по повышению качественных характеристик водных путей на рассмотренном участке.

**Ключевые слова:** проектный уровень, русловой карьер, безопасность судоходства, прогноз уровней.

**Контактная информация:** lapay\_anna@mail.ru