

$$P = cFu^2 \rho / 2 . \quad (1)$$

Перепад давления по потоку, обтекающему виток проволоки, определяется по формуле:  $\Delta p = \xi \rho u^2 / 2$ , в которую подставляется скорость жидкости смеси и коэффициент сопротивления. Запишем уравнение Бернуlli для объема, соответствующего шагу винта  $s$  вдоль оси:

$$\Delta p = pgs . \quad (2)$$

Умножим полученное значение на число витков вдоль трубы  $i = l_i / s$ , получим значение напора в  $i$  – сечении трубы:

$$h_i = \xi u^2 l_i / (2gs) . \quad (3)$$

Тогда расход по длине трубы через отверстия при вращении спирального винта будет вычисляться по формуле:

$$Q_i = \frac{\mu \cdot \pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \left( H - \frac{\lambda}{36 \cdot D^5} Q_0^2 l_i + \xi \frac{u^2 \cdot l_i}{2gs} \right)} \quad (4)$$

Решение задачи о распределении давления и расхода жидкости вдоль трубы при вращении вней спирального винта показало, что расход через отверстия по длине трубы изменяется. Для равномерности проправливания необходимо коррек-

ции диаметров нагнетательных отверстий кожуха в зависимости от длины самого трубопровода.

Примем в первом приложении отношение расхода по длине пропорционально отношению квадратов диаметров:

$$\frac{Q_i}{Q_1} = \left( \frac{d_i}{d_1} \right)^2 , \quad (5)$$

где  $d_1$ ,  $Q_1$  – соответственно диаметр и расход первого отверстия;  $d_i$ ,  $Q_i$  – диаметр и расход  $i$  – го отверстия.

Тогда из этого соотношения диаметр  $i$  –го отверстия для того, чтобы расход через отверстия по длине трубы был постоянным, равен:

$$d_i = d_1 \sqrt{Q_1 / Q_i} . \quad (6)$$

Найдем изменение диаметра по длине в виде линейной зависимости  $d_i = (1 - \delta \cdot i) d_1$  Варьируя методом итерации, получим оптимальное значение коэффициента  $\delta$ .

Полученная теоретическая зависимость и разработанная программа для оптимизации размеров нагнетательных отверстий трубопровода позволяет получить постоянные расходные характеристики в смесителях и дозаторах.

показатели (*ИП*) качества, задаваемые обычно линейными математическими моделями [1, 2 и др.]. В образовании и в спорте такие *ИП* называют рейтингами.

Широкий класс линейных математических моделей *ИП* можно задать алгебраической суммой произведений  $K_i PC_i$ , где  $PC_i$  –  $i$ -й показатель или параметр системы, а  $K_i$  – его весовой коэффициент. Поскольку в общем случае эти произведения могут иметь разные знаки, то возникает задача: как нужно выбрать значения  $K_i$  для того, чтобы *ИП* всегда изменялся в заданном интервале?

В работе предложена методика определения весовых коэффициентов линейных моделей *ИП*, задаваемых указанной суммой, каждый член которой является вкладом  $BK_i$  соответствующего *ПС* в *ИП*. Методика гарантирует принадлежность *ИП* заданному интервалу. Она требует только знания оценок средних значений показателей системы, учитываемых моделью *ИП* и выполняется в три этапа.

Первый этап предлагаемой методики предусматривает определение величины  $S$  рабочего интервала изменения *ИП* всей системы, вероят-

## К ТЕОРИИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Кирьянов Б.Ф., Кирьянов Д.В.  
Новгородский государственный университет  
им. Ярослава Мудрого  
Великий Новгород, Россия

В последние годы для оценки качества соответствующих систем в экономике, технике, медицине, образовании и в других областях стали разрабатываться и применяться интегральные

ность выхода *ИП* за пределы которого очень мала. Эта величина, вычисляемая по предлагаемой эмпирической зависимости, принимается за сумму модулей вкладов всех *ПС* в *ИП* рассматриваемой системы. При этом учитывается наличие и количество подсистем всех степеней в системе. Поскольку в общем случае с увеличением количества подсистем увеличивается и разность между наибольшим и наименьшим значениями *ИП* качества подсистем, то для того, чтобы вероятность выхода *ИП* качества какой-либо подсистемы за пределы заданного интервала оставалась бы очень малой, указанный рабочий интервал изменения *ИП* всей системы следует соответственно уменьшать. Это и реализуется в предлагаемой эмпирической зависимости:

$$S = S_0 / (1 + (n)^k)$$

где  $S_0$  – значение  $S$  для системы без подсистем,  $n$  – число подсистем в рассматриваемой системе, а  $k$  – коэффициент, зависящий от типа и особенностей этой системы. Так, для *ИП* общественного здоровья рекомендуется принять  $S_0 = 1,1$  и  $k \in [0,2, 0,3]$ .

На втором этапе с участием экспертов (специалистов по проектируемым или исследуемым системам) величина  $S$  разделяется на вклады  $BK_i$  для каждого из показателей системы, учитываемого моделью *ИП*. И, наконец, на третьем этапе согласно выражениям  $K_i = BK_i / \bar{PC}_{i\text{ср}}$ , где  $\bar{PC}_{i\text{ср}}$  – среднее значение  $i$ -го показателя для системы в целом, вычисляются значения всех весовых коэффициентов модели.

Для большинства социально-экономических систем РФ можно рассматривать значения *ИП* для РФ в целом, для каждого из 8 федеральных округов (подсистемы первой ступени), для каждого из 71 административного образования этих округов (подсистемы второй ступени) и т.д. Так, если *ИП* общественного здоровья населения должен изменяться в промежутке  $[0, 1]$ , то согласно предлагаемой методике при  $k = 0,24$  получим  $S = 0,4$ . Тогда при построении *ИП* на основе показателей общей рождаемости (ОРЖ), средней продолжительности предстоящей жизни (СППЖ), общей заболеваемости по обращениям населения в организации здравоохранения (ОЗО), первичной инвалидности (ПИНВ) и общей смертности (ОСМ) можно получить следующий вариант модели интегрального показателя общественного здоровья населения:  $ИП = (8,798 \text{ ОРЖ} + 0,750 \text{ СППЖ} - 0,081 \text{ ОЗО} - 13,376 \text{ ПИНВ} - 3,682 \text{ ОСМ}) / 1000 + 0,6$ . Значения всех показателей здоровья в этой модели приводятся в расчёте на 1000 человек населения. Число 0,6 используется для корректировки средних значений *ИП* здоровья для населения РФ в целом, населения федеральных округов и их административных образований.

Весовые коэффициенты показателей здоровья в приведённой модели *ИП* получены при

следующих средних значениях этих показателей для населения РФ за 1985 ÷ 2005 годы:

$$\text{ОРЖ} = 11,387, \text{СППЖ} = 66,691, \text{ОЗО} = 1183,784,$$

$$\text{ПИНВ} = 7,476, \text{ОСМ} = 13,071$$

на 1000 человек населения.

Разработанная методика определения весовых коэффициентов линейных моделей интегральных показателей качества систем различного назначения может быть использована для ряда систем различного назначения. При этом следует помнить, что поскольку разные модели могут давать несколько отличающиеся значения интегральных показателей, то для сравнения качества подсистем некоторой системы следует использовать одну и ту же модель указанного показателя.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Болотханов Э.Б. Интегральный показатель социально-экономического состояния регионов // Фундаментальные исследования, 2006, № 9. – С. 70.
- Кирьянов Б.Ф., Медик В.А. Усовершенствованные многопараметрические модели интегрального показателя общественного здоровья населения // Сб. научных тр. ННЦ СЗО РАМН, Т. 5, 2006. – С. 67 ÷ 73.

#### ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Косинцев В.И., Сечин А.И., Бордунов С.В., Куликова М.В., Прокудин И.А., Косинцев М.В.

Томский политехнический университет  
Томск, Россия

Основная причина загрязнения поверхностных водных объектов – сброс в водоёмы сточных вод промышленных предприятий, коммунальным и сельским хозяйством. Разработка и выбор высокоэффективных методов очистки промышленных стоков является достаточно сложной инженерной задачей.

Метод фильтрации наиболее часто используется во многих технологических схемах очистки сточных промышленных вод для снижения содержания взвешенных дисперсных частиц и извлечения ряда загрязнителей, а эффективность его зависит от типа фильтрующей загрузки. Все применяемые фильтрующие материалы должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой механической прочностью, химической и термической стойкостью, высокой пористостью, хорошими адгезионными свойствами по отношению к удаляемым загрязнениям. Кроме того они должны легко регенерироваться и иметь относительно низкую стоимость.

На современных сооружениях очистки сточных вод осуществляются последовательные многостадийные технологические процессы удаления загрязняющих веществ из сточных вод и обработки осадка. Очистка сточных вод может