

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНДАРТНОГО ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАДАЧИ

А.В. Баширов¹, канд. техн. наук

А.С. Цицина¹, преподаватель, магистр

К.А. Селезнев², магистрант

¹Карагандинский университет Казпотребсоюза

²Карагандинский технический университет
(Казахстан, г. Караганда)

DOI: 10.24412/2500-1000-2022-1-1-50-54

5

Аннотация. В статье представлено описание программной реализации решения инженерной задачи. Задача заключалась в использовании возможностей стандартного прикладного программного обеспечения в создании программы имитационного моделирования изменения уровня воды в резервуаре правильной формы при появлении пробоины. В статье был обоснован выбор программного средства, описаны решения прямой и обратной задачи. Разработанная авторами программная реализация успешно используется в производственных процессах Энергообъединения АО «Астана-Энергия».

Ключевые слова: имитационное моделирование, резервуар правильной формы, прикладное программное обеспечение, теплоэнергетика, программная реализация.

Как известно, к стандартному прикладному программному обеспечению относится табличный процессор Microsoft Excel.

Ранее было описано, что расширенные возможности табличного процессора могут быть эффективно использованы при преподавании магистрантам дисциплин “Информационные технологии в теплоэнергетике” и “Информационные технологии в науке и образовании” в Карагандинском техническом университете [1].

Для изучения возможностей встроенного языка программирования VBA магистрантам была предложена стандартная для инженера задача:

В резервуаре правильной формы появляется отверстие (повреждение) через которое начинает вытекать вода. Площадь основания S_0 , площадь отверстия S . Начальный уровень жидкости H_0

Требовалось создать программу, которая позволила:

- осуществлять расчет изменения уровня воды в резервуаре в течении (то есть ее расход);

- иметь возможность изменения детализации (изменения шага) в заданном временном диапазоне.

Выбор в качестве инструментального средства табличного процессора было связано с теми преимуществами, которые были ранее описаны:

- использование визуализации поля клеток;

- наличие встроенного языка программирования VBA;

- использование возможностей Recorder (записи действий пользователя) в виде программного кода [2].

Навыки по использованию Recorder были особенно актуальны и востребованы для инженеров-непрограммистов.

Стандартное решение задачи не представляло сложностей.

С помощью уравнения Бернулли и уравнения непрерывности получена формула для осуществления численного расчета изменения уровня жидкости в резервуаре:

$$\Delta h_i = \frac{\sqrt{2gh_i}}{\sqrt{S_0^2 - S^2}} S \Delta t$$

где Δh_i – изменение уровня воды при i -м шаге за время Δt ;

h_i – значение уровня жидкости;

Δt – величина выбранного временного промежутка;

S_0 – площадь основания резервуара;

S – площадь пробоины.

С использованием разработанного программного средства был осуществлен численный расчет и визуализация (построение графиков).

На рисунке 1 представлен пример реализации заданных входных параметров.

Входные параметры соответствуют значениям:

$H_0=5$ м; $\Delta t=60$ с (или 1 мин); $S_0= 10$ м²; $S=0,0077$ м²

Динамика изменения уровня жидкости в зависимости от площади пробоины

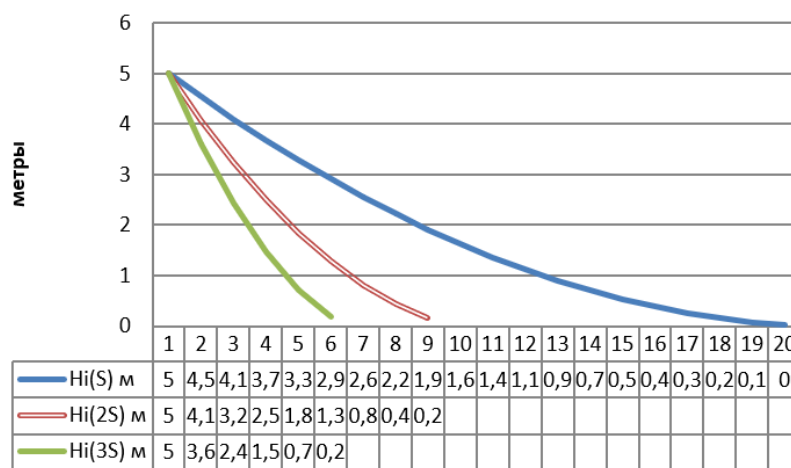


Рис. 1. Пример зависимости высоты уровня жидкости от площади пробоины

Разработанной программой предусмотрена возможность отслеживания динамики изменения уровня жидкости при значениях величины пробоины S :

- в 2 раза больше ($2S$) и

- в 3 раза больше ($3S$). Напомним, что S – оценка величины заданной пробоины. Очевидно, что проверить эту оценку с использованием разработанной программы проблематично.

С этой точки зрения возникла идея расширения возможностей программы. Подобные расширения программной реализации позволяют:

- оценивать размер самого повреждения по вытекшему количеству воды;

- оценивать степень развития аварийности – то есть возможной степени роста размера повреждения

Расширенный функционал основан на решении обратной задачи – осуществление оценки величины пробоины S по количеству вылитой жидкости. Подобная постановка является более актуальной и близкой к производственной реализации.

Рассмотрим расширение программной реализации более детально.

Возьмем те же параметры $H_0=5$ м; $\Delta t=60$ с (или 1 мин); $S_0= 10$ м²

Для приближения к реальности величину пробоины примем $S=0,0007$ м². С этой точки зрения изменение уровня воды выглядит так, как показано на рисунке 2.

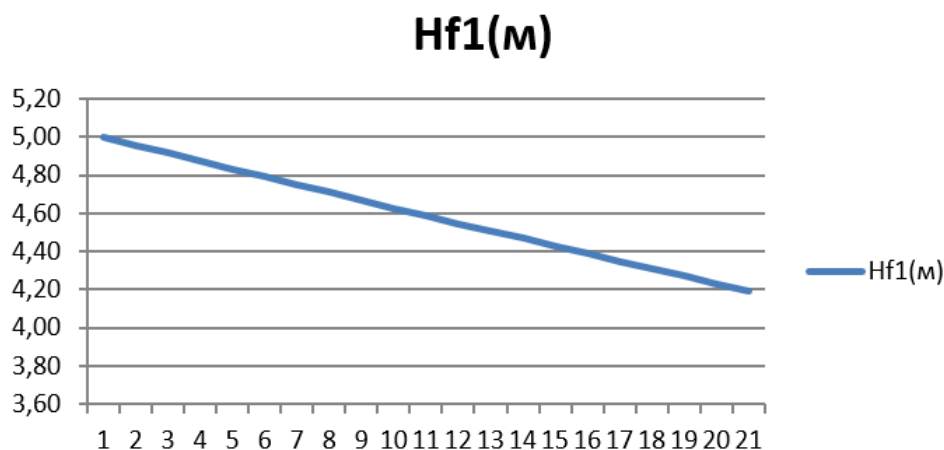


Рис. 2. Пример зависимости высоты уровня жидкости от площади пробоины

Предположив в качестве грубого приближения величину пробоины $S=0,0003 \text{ м}^2$ можно получить значение изменения уровня жидкости в предположении изменения величины пробоины при ее изменении.

В Таблице 1 значения $Hf1$ являются фактическими данными, а значения $H_i(S)$ расчетными для величины пробоины $S=0,0003 \text{ м}^2$, значения $H_i(2S)$ для величины пробоины $2S = 0,0006 \text{ м}^2$, значения $H_i(3S)$ для величины пробоины $0,0009 \text{ м}^2$.

Таблица 1. Сопоставительная таблица экспериментальных и расчетных данных

$S(\text{м}^2)$	$D(\text{см})$	$t(\text{мин})$	$Hf1(\text{м})$	$H_i(S)\text{ м}$	$H_i(2S)\text{ м}$	$H_i(3S)\text{ м}$
0,0003	1	0	5,00	5,00	5,00	5,00
		1	4,96	4,98	4,96	4,95
		2	4,92	4,96	4,93	4,89
		3	4,87	4,95	4,89	4,84
		4	4,83	4,93	4,86	4,79
		5	4,79	4,91	4,82	4,73
		6	4,75	4,89	4,79	4,68
		7	4,71	4,87	4,75	4,63
		8	4,67	4,86	4,72	4,58
		9	4,63	4,84	4,68	4,52
		10	4,59	4,82	4,65	4,47
		11	4,55	4,80	4,61	4,42
		12	4,51	4,79	4,58	4,37
		13	4,47	4,77	4,54	4,32
		14	4,43	4,75	4,51	4,27
		15	4,39	4,73	4,47	4,22
		16	4,35	4,72	4,44	4,17
		17	4,31	4,70	4,41	4,12
		18	4,27	4,68	4,37	4,07
		19	4,23	4,66	4,34	4,02
		20	4,19	4,65	4,30	3,98

В соответствии с таблицей 1 построен график зависимостей изменения уровня жидкости в зависимости от времени (рис. 3).

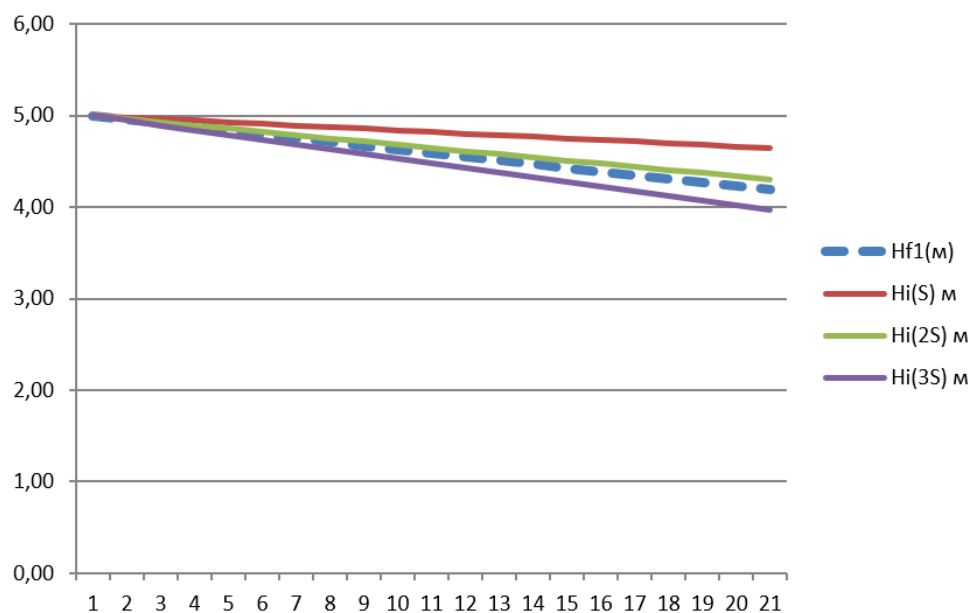


Рис. 3. Сопоставление фактических и расчетных данных в выбранный промежуток времени

Из графика (рис. 3) видно, что размер повреждения находится между значениями $H_i(2S)$ и $H_i(3S)$, то есть между $0,0006 \text{ м}^2$ и $0,0009 \text{ м}^2$, причем немного больше $0,0006 \text{ м}^2$.

Таким образом, расчетное значение повреждения составляет $0,0007 \text{ м}^2$, что очень близко к фактической оценке.

В заключении следует отметить, что расширение постановки задачи позволило усилить возможности производственного использования рассматриваемой стандартной учебно-методической задачи.

Разработанное программное средство успешно используется в производственных процессах Энергообъединения АО «Астана-Энергия».

Библиографический список

1. Баширов А.В., Ханов Т.А. Использование надстроек прикладного программного обеспечения в практической подготовке студентов технических специальностей // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 62-4. – С. 8-10.

2. Егорова Н.Н., Филимонова О.А. Использование возможностей VBA для практических расчетов в инженерных задачах / В сборнике: Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки // Материалы международной научно-практической конференции: электронный ресурс. – 2014. – С. 330-331.

USING THE CAPABILITIES OF STANDARD APPLICATION SOFTWARE IN SOLVING AN ENGINEERING PROBLEM

A.V. Bashirov¹, *Candidate of Technical Sciences*

A.S. Tsitsina¹, *Lecturer, Master's Degree*

K.A. Seleznev², *Student*

¹**Karaganda University of Kazapotrebsoyuz**

²**Karaganda Technical University**
(Kazakhstan, Karaganda)

Abstract. *The article describes the software implementation of the solution of an engineering problem. The task was to use the capabilities of standard application software to create a simulation program for changing the water level in a tank of the correct shape when a hole appears. The article justified the choice of software, described solutions to the direct and inverse problems. The software implementation developed by the authors is successfully used in the production processes of the «Astana-Energia» JSC Power Unit.*

Keywords: *simulation modeling, reservoir of the correct shape, applied software, heat power engineering, software implementation.*