

3. Бомба А. Я. Нелінійні математичні моделі процесів геогідродинаміки / А. Я. Бомба, В. М. Булавацький, В. В. Скопечський. — К. : Наукова думка, 2007. — 308 с.
4. Бомба А. Я. Метод квазіконформних відображень розв'язання модельних задач двофазної фільтрації / А. Я. Бомба, С. В. Ярошак // Доповіді НАН України. — 2010. — № 10 — С. 34–40.
5. Бомба А. Я. Числовий метод квазіконформних відображень моделювання процесів двофазної фільтрації / А. Я. Бомба, С. В. Ярошак // Обчислювальна та прикладна математика. — 2010. — № 2. — С. 3–13.
6. Bomba A. Ya. Complex approach to modeling of two-phase filtration processes under control conditions / A. Ya. Bomba, S. V Yaroschak // Journal of Mathematical Sciences. — 2012. — Vol. 184, №. 1. — P. 56–69.
7. Zhangxin C. Computational Methods for Multiphase Flows in Porous Media (Computational Science and Engineering) / C. Zhangxin, H. Guanren, M. Yuanle // Paperback. Society for Industrial and Applied Mathematic. — 2006. — 531 p.

Adapted numerical method of quasiconformal mapping for solving problems multiphase filtration in oil and gas reservoirs exploited the in-line arrangement of wells systems, in particular, the specific features of the formation of the integrated quasipotentials depending on the sequence of administration of conditional transects multiply connected region of fluid filtration.

Key words: *multiphase filtration, quasiconformal mappings, numerical method.*

Отримано: 10.04.2013

УДК 681.3.057:518.12:621.314.6:537:312.62

А. А. Верлань, канд. техн. наук

Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев.

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Рассмотрены вопросы построения и анализа систем контроля (АСК), встроенных во вторичные источники электропитания (ВДЕЖ) постоянного напряжения, особенности АСК ВДЕЖ. Описаны алгоритм функционирования АСУ ВДЕЖ. Приведены временную диаграмму работы элементов стабилизированного преобразователя, защиты и АСК, постановка ку задачи построения алгоритма моделирования проверки функционально-логической работоспособности схемы АСУ ВДЕЖ.

Ключевые слова: *автоматизированные системы контроля, вторичные источники электропитания, техническая диагностика.*

Введение. Качество выдаваемой на радиоэлектронную аппаратуру энергии вторичными источниками электропитания (ВИЭП) в значительной мере определяется уровнем защитных устройств, контролирующих работу ВИЭП и предотвращающих распространение возникших в ВИЭП

аварийних ситуацій на об'єкт питания. Однако традиционные устройства защиты ВИЭП [1] из-за подверженности скрытым дефектам, не обнаруживающихся при нормальной работе ВИЭП, но приводящих фактически к самоотключению защиты, в ряде случаев препятствуют обеспечению требуемой надежности аппаратуры. Последнее обуславливает актуальность разработки методов и средств приборной реализации автоматического контроля радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) [2], с помощью которого появляется возможность контролировать как исправность, так и параметры защитных устройств, — непрерывно или один раз за цикл работы, например, в его начале [3].

Особенностью АСК ВИЭП является то, что они должны оперировать с большим разнообразием узлов — стабилизатором напряжения (стабилизированным преобразователем), пороговыми устройствами (датчиками отклонения выходного напряжения ВИЭП за заданные верхний и нижний пределы), дискретными схемами опознавания порогов, по которым произошло срабатывание, реле времени, задерживающим работу датчика нижнего предела на период выхода ВИЭП на режим, элементами памяти о срабатывании защиты и др., — причем с той спецификой, что отдельные контролируемые узлы гальванически разделены между собой (в силу требования гальванической развязки выхода ВИЭП от его входа). Это обуславливает специфику синтезируемой АСК и самого ВИЭП (особенно его устройства защиты) [4—6]. Настоящая работа посвящена вопросам построения и анализа АСК, встроеной в ВИЭП постоянного напряжения.

Принцип действия АСК ВИЭП. ВИЭП выдает на потребитель напряжение только при исправности, включая и АСК (с некоторой вероятностью). Процесс контроля проходит однократно в момент включения ВИЭП. Выход последнего при проверке отключен от потребителя и подключается только при положительном результате контроля (время действия АСК порядка 0,1 с). В режиме работы на потребитель защита осуществляется в виде обычногопускowego контроля (проверенного в начале цикла посредством АСК).

Описание алгоритма функционирования. На рис. 1 представлен алгоритм функционирования АСК. Его суть состоит в следующем [5].

С момента включения 1 (рис. 1-а) источника питания начинается работа его стабилизированного преобразователя 2 и приводится в действие реле времени 3, начинающее обрабатывать временную установку. Наряду с этим производится 4 приведение АСК в исходное состояние (исполнительный орган АСК — дистанционный переключатель — приводится в левое положение).

Стабилизированный преобразователь включается, но пока не на потребитель, а для работы АСК (посредством выходного каскада на данном этапе выход источника питания отключен от стабилизированного преобразователя).

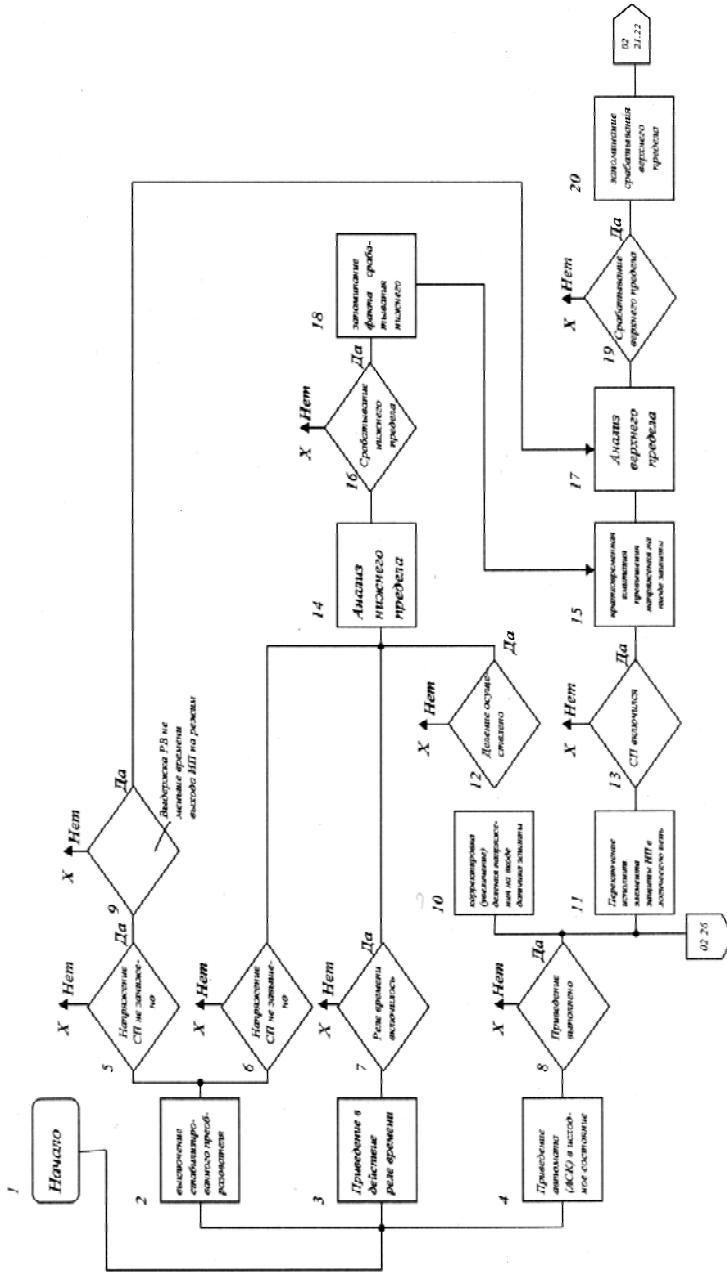


Рис. 1-а. Алгоритм функционирования АСК

Для дальнейшего важно, чтобы выходное напряжение включаемого стабилизированного преобразователя было не занижено 5 и не завышено 6, чтобы реле времени включилось 7, а приведение было выполнено 8, при этом выдержка реле времени должна быть не меньше времени выхода стабилизированного преобразователя на номинальный режим 9.

Выполненное приведение вызывает, с одной стороны, искусственное увеличение коэффициента деления 10 на вход датчиков защиты, а с другой — переключение исполнительного элемента датчика защиты по нижнему пределу в логическую цепь проверки верхнего предела 11.

Продолжение работы АСК возможно только при положительном исходе этих операций (12 и 13 соответственно). Первое нужно для того, чтобы в результате произведенного деления 12 и наряду с тем, что напряжение стабилизированного преобразователя не завышено 6, а реле времени включилось 7, были созданы условия для анализа уровня напряжения на вход датчика защиты по нижнему пределу 14, а второе — чтобы кратковременно проимитировать превышение напряжения на входе датчика защиты по верхнему пределу, что осуществится только в том случае, если в результате анализа напряжения датчиком нижнего предела устройство защиты по этому пределу действительно сработало 16. Кроме того, тот факт, что выдержка реле времени оказалась не меньше времени выхода стабилизированного преобразователя на режим (в противном случае формируемый всплеск напряжения был бы наложен на нарастающее, но еще не установившееся напряжение стабилизированного преобразователя, выходящего на номинальный режим, и сама амплитуда всплеска была бы уменьшенной, а поэтому датчик защиты по верхнему пределу не сработал бы), обусловит анализ напряжения на входе датчика защиты по верхнему пределу 17.

Момент срабатывания устройства защиты по нижнему пределу сразу фиксируется в памяти 18 с тем, чтобы с самого начала имитации превышения напряжения на входе датчиков защиты (фактически оно имеет место на входах обоих датчиков защиты) датчик нижнего предела, выключаясь на время существования импульса превышения, не исключил возможность такой имитации (могла бы возникнуть обратная связь, препятствующая нормальному ходу описанных процессов). Память в датчике защиты по нижнему пределу необходима также для последующей работы (после завершения всех процессов в АСК) в обычном режиме допусковой защиты (параллельно с датчиком верхнего предела).

Факт произошедшего 19 срабатывания датчика защиты по верхнему пределу запоминается 20, вызывая выключение стабилизированного переключателя 21 (рис. 1-б). Он, кроме того, используется в другой образующей здесь параллельной ветви проверок 22. Если по первой из указанных ветвей стабилизированный преобразователь выключился 23, а по второй оказалось исправным устройство индикации неисправности 24, то после запоминания события выключения стабилизированного преобразователя 25 по первой ветви, а также кратковременного запоминания исправности устройства индикации 26 (реализуемого только в приведенном в исходное состояние автомате контроля) и при исправном элементе индикации 27 — во второй ветви, принимается решение о норме АСК 28.

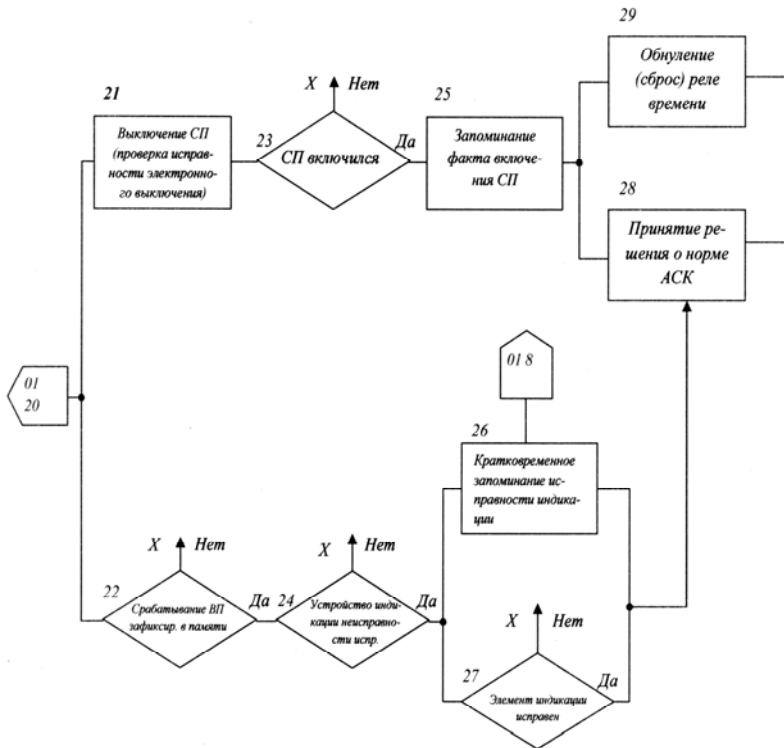


Рис. 1-б. Алгоритм функционирования АСК

После запоминания события выключения стабилизированного преобразователя также обнуляется (сбрасывается) реле времени 29.

Дальнейшая обработка алгоритма возможна только в том случае, если требуется им обнуление реле времени и принятие реше-

ния о норме АСК действительно произойдут (30 и 31 соответственно, рис. 1-в).

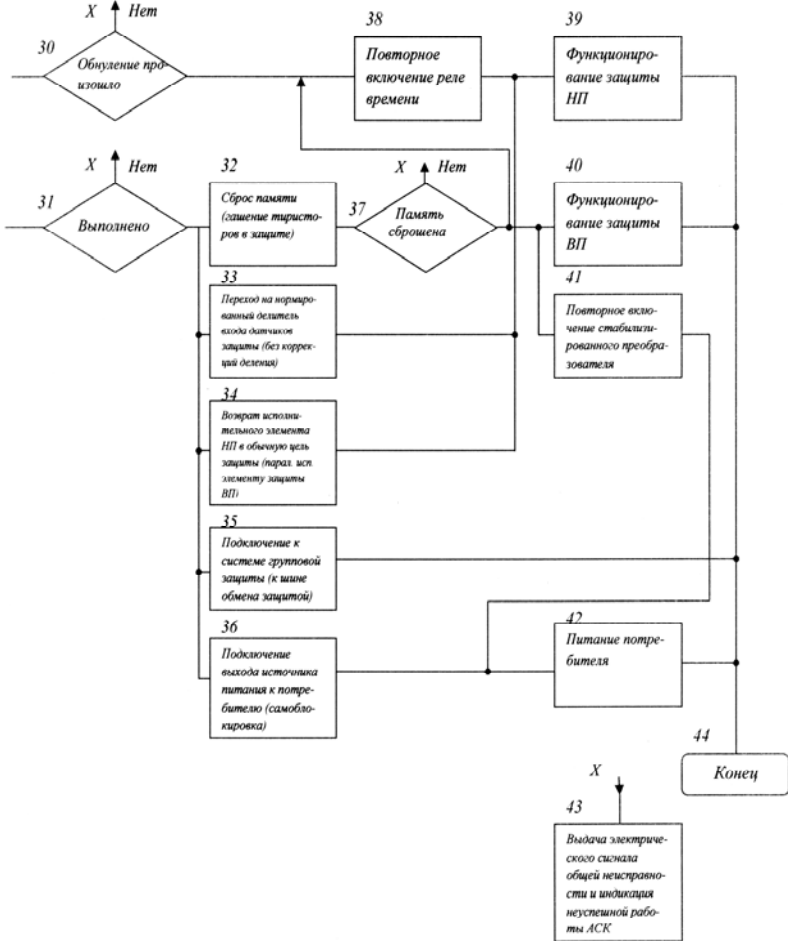


Рис. 1-в. Алгоритм функционирования АСК

Наиболее важным из них является второе 31, поскольку приводит к перестройке всей системы защиты на предстоящую работу с потребителем. В ходе этой перестройки производятся обнуление памяти (гашение тиристоров) в защите 32, переход на нормированный делитель на входе датчиков защиты 33, когда его коэффициент деления уже не будет корректироваться, возврат исполнительного элемента датчика нижнего предела в обычную цепь защиты 34, подключение

чение к системе групповой защиты 35, осуществляемой посредством шины обмена, к которой подключены все источники питания этой системы и, наконец, подключение (производимого с самоблокировкой) выхода источника питания к потребителю 36.

После обнуления памяти 37 реле времени будет включаться повторно 36, что наряду с произведенным переходом на нормированный делитель входа датчиков защиты 33 и возвратом исполнительного элемента датчика нижнего предела в обычную цепь защиты 34 создает условия для функционирования защиты нижнего предела 39. Но обнуление памяти 37 является достаточным и для функционирования защиты по верхнему пределу 40 и повторного включения стабилизированного преобразователя 41.

В результате подключения выхода стабилизированного преобразователя к потребителю и повторного включения этого преобразователя осуществится питание потребителя 42.

Неуспешное прохождение какой-либо из заданных алгоритмом операций приводит к срыву работы АСК на любом из проходимых этапов (5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 16, 19, 22, 23, 24, 27, 30, 31, 37) и вместо дальнейшего развития цепи проверок в ходе алгоритма он обрывается и, как следствие этого, выдается электрический сигнал общей неисправности и индикация неуспешной работы АСК 43.

Совокупность достигнутых к концу выполнения алгоритма результатов: обеспечение питания потребителя и функционирование защиты по нижнему 35 и верхнему пределу 40 свидетельствует о выполнении задачи 44.

Временная диаграмма работы элементов стабилизированного преобразователя, защиты и АСК приведена на рис. 2.

Постановка задачи построения алгоритма моделирования проверки функционально-логической работоспособности схемы АСК ВИЭД Проектирование и отладка комплекса АСК и стабилизированного преобразователя нуждается как в увязке амплитудных и временных параметров всех его элементов и устройств, так и в контроле выполнения функциональных задач по проверке всего комплекса: стабилизированный преобразователь, устройство защитного отключения, АСК по контролю за выходными напряжениями в течении очередного цикла его эксплуатации.

Элементы и устройства рассматриваемого комплекса являются как цифровыми, так и аналоговыми. К цифровым элементам относятся логические элементы ИЛИ 1-7, реле времени (РВ), реле переключателя конденсатора (РПК), реле сброса и индикации (РСИ), дистанционный переключатель ДП, электронный выключатель.

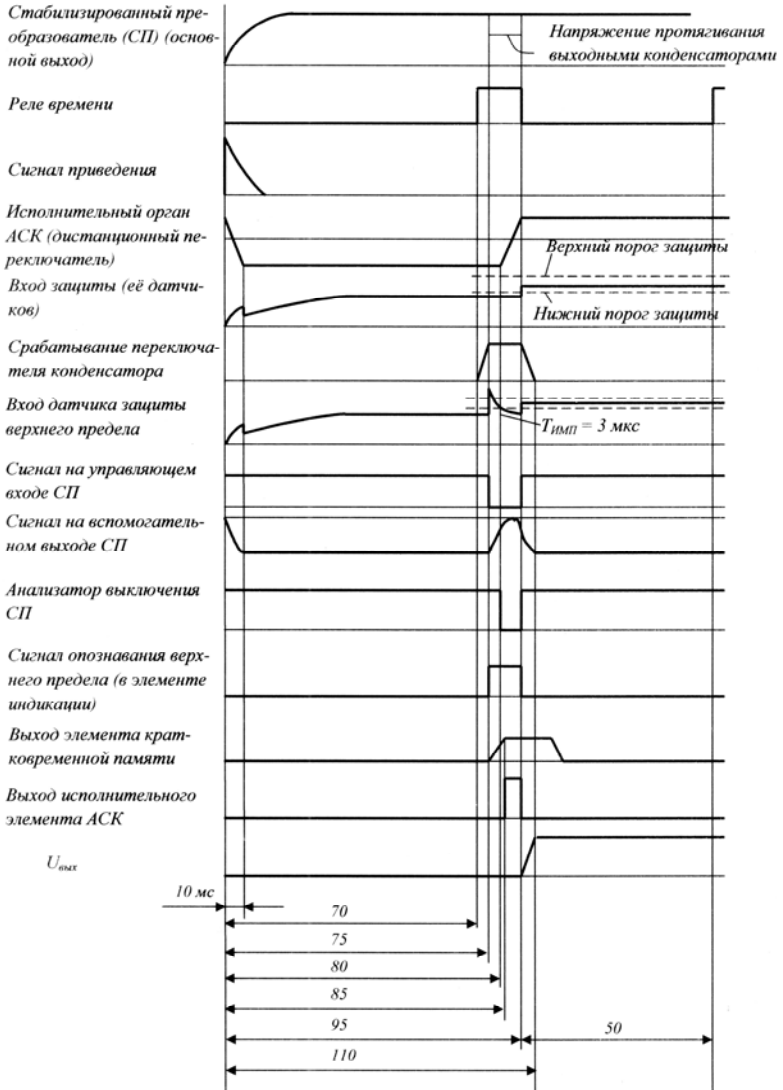


Рис. 2. Временная диаграмма работы элементов стабилизированного преобразователя, защиты и АСК

Существенную помощь в облегчении и ускорении отладки и проверке новых вариантов может оказать компьютерное моделирование ранее описанных задач. При этом необходимо принять следующие предположения:

- а) допуски на значения временных параметров (задержек) симметричны относительно их номинальных (паспортных) значений;
- б) допустимые (гарантирующие работоспособность) разбросы временных характеристик устройств и элементов, включенных на элементы совпадения, не критичны по отношению друг к другу, так как ранее пришедший сигнал переводит исполнительный механизм в состояние ожидания до прихода очередных сигналов;
- в) математические модели логических, аналоговых устройств и элементов считаются известными (их обычно представляет заказчик или вырабатывают по согласованию с ним); заметим, что на начальном этапе проектирования целесообразно использовать математические модели с целью минимизации затрат машинного времени на моделирование всего комплекса. В дальнейшем может быть организована библиотека математических моделей различного уровня сложности, необходимость использования которых предполагается уже на этапах отладки проектируемых схем;
- г) моделируемая система может быть разбита на подсистемы, блоки, ветви; приоритет компьютерного моделирования параллельно соединенных ветвей (цепочек) определяется из соображений более полной адекватности модели физическим процессам моделируемой системы; при невозможности достижения удовлетворительной адекватности модели необходимо моделировать такую совокупность элементов, ветвей и др. как отдельную подсистему в целом, не разбивая ее на части.

Вывод. Приведенный подход к построению и анализу АСК, встроенной в ВИЭП постоянного напряжения, а также моделированию проверки функционально-логической работоспособности схемы АСК ВИЭД позволяет решить актуальную задачу разработки методов и средств приборной реализации автоматического контроля радиоэлектронной аппаратуры с возможностью контроля ее исправности и параметров защитных устройств.

Список использованной литературы:

1. Китаев В. Е. Электрическая защита полупроводниковых источников питания / В. Е. Китаев, С. В. Левинзон. — М. : Связь, 1997. — 160 с.
2. Кудрицкий В. Д. Автоматизация контроля радиоэлектронной аппаратуры / В. Д. Кудрицкий, М. А. Сеница, П. И. Чинаев. — М. : Сов. радио, 1997. — 256 с.
3. Середников А. С. Автоматический контроль и техническая диагностика / А. С. Середников. — К. : Техніка, 1971. — 244 с.
4. А.С.1026128 (СССР). Устройство электропитания с самоконтролирующей защитой / А. Ф. Верлань, А. И. Гудименко, А. И. Кривоносов, И. Д. Колодеев, В. С. Коновалюк, П. Т. Передерий, В. Н. Скачко. — Оpubл. в Б.И., 1983, №24.

5. А. С.1001298 (СССР). Самоконтролирующаяся система электропитания постоянного напряжения / А. Ф. Верлань, А. И. Гудименко, А. И. Кривоносов, И. Д. Колодеев, В. С. Коновалюк, П. Т. Передерий, В. Н. Скачко. — Оупбл. в Б.И., 1983, №8.
6. Королук В. С. Процессы марковского восстановления в задачах надежности систем / В. С. Королук, А. Ф. Трубин. — К. : Наук. думка, 1982. — 236 с.

The issues of developing and analyzing automated control systems (ACS), built in the constant voltage secondary power supply (SPS), and the SPS ACS specifics are considered. The SPS ACS functioning algorithm is described. The timing diagram of the stabilized converter elements, safety protection and ACS, problem of building algorithm of the SPS ACS circuit operating capacity verification simulation are given.

Key words: *automated control systems, secondary power supply, technical diagnostics.*

Отримано: 15.03.2013

УДК 627.324.2/3:532.546:532.72

А. П. Власюк, д-р техн. наук, професор,

Н. А. Федорчук, аспірант

Національний університет водного господарства
та природокористування, м. Рівне

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БАГАТОШАРОВОГО ҐРУНТОВОГО МАСИВУ ЗА НАЯВНОСТІ РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД ТА ВПЛИВУ ТЕПЛО-МАСОПЕРЕЕНЕСЕННЯ В ОДНОВИМІРНОМУ ВИПАДКУ

У статті сформульовано постановку та проведено математичне моделювання задачі напружено-деформованого стану (НДС) багат шарового ґрунтового масиву за наявності рівня ґрунтових вод (РҐВ) та впливу тепло-масоперенесення при фільтрації підземних вод. Отримано чисельний розв'язок відповідної одновимірної крайової задачі методом скінченних різниць. Як приклад, досліджено задачу напружено-деформованого стану в трьохшаровому ґрунтовому масиві. Використовуючи створене програмне забезпечення, проведено серію чисельних експериментів та їх аналіз.

Ключові слова: *напружено-деформований стан, ґрунтовий масив, рівень ґрунтових вод, тепло-масоперенесення, метод скінченних різниць.*

Вступ. Важливим питанням при проектуванні, будівництві та експлуатації споруд цивільного, гідротехнічного, енергетичного та промислового значення є врахування деформаційних характеристик