

УДК 551.54+551.542+5

**Білаш В. І.,**

*Лабораторія повірки приладів атмосферного тиску ГЦТО УкрГМЦ, м. Київ*

**Пясецька С. І.**

*Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ*

### **МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИЛАДІВ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ У ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СЛУЖБІ УКРАЇНИ**

**Ключові слова:** барометри, повірка, методика

**Вступ.** Відомо, що у синоптичних прогнозах вимірюванню атмосферного тиску відводиться вирішальна роль. Від точності барометричних вимірювань залежить точність метеорологічних прогнозів, а в авіації це впливає ще й на безпеку польотів.

**Об'єкт, предмет та мета роботи.** *Об'єктом дослідження є прилади вимірювання атмосферного тиску, які застосовуються на мережі метеостанцій України. Предметом дослідження є розробка напрямків удосконалення схем повірок цих приладів.*

*Мета роботи* полягає в узагальненні існуючих методик повірки/калібрування приладів атмосферного тиску на мережі метеорологічних станцій України та їх удосконалення.

**Огляд стану проблеми.** На метеостанціях України, які підпорядковані Українському гідрометеорологічному центру (УкрГМЦ), вимірювання атмосферного тиску здійснюється за допомогою ртутних барометрів, анероїдів та сучасних електронних барометрів. Всі ці прилади, за сучасною термінологією, називаються *Засобами Вимірювальної Техніки* (надалі ЗВТ). У ртутних найстаріших ЗВТ, атмосферний тиск визначається як еквівалент висоти ртутного стовпа. У анероїдних ЗВТ коливання атмосферного тиску сприймаються герметичними мембранними барокоробками (анероїдами), з яких відкачено повітря і передаються на стрілку барометра. У електронних ЗВТ вимірювання атмосферного тиску здійснюється особливими датчиками, які створюють електричний сигнал, пропорційний атмосферному тиску. Усі ЗВТ атмосферного тиску, які використовуються у метеоспостереженнях розраховані, в основному, на вимірювання тиску від 600 до 1100 гПа, але деякі, наприклад, барометр-анероїд М-110 морського призначення, мають розширений діапазон – від 5 до 810 мм рт ст, або від 6 до 1080 гПа. У табл. 1 наведено порівняльні характеристики ЗВТ атмосферного тиску.

У кожному барометрі під час виготовлення та експлуатації може виникнути інструментальна похибка, котра буде впливати на достовірність результатів вимірювання, тому для забезпечення принципу єдності вимірювань, у метрології здійснюється повірка/калібрування ЗВТ.

Операція з повірки/калібрування здійснюється за допомогою еталонів атмосферного тиску. Державний еталон атмосферного тиску знаходиться у Національному науковому центрі "Інститут метрології" у м. Харків. УкрГМЦ здійснює повірку/калібровку ЗВТ атмосферного тиску за допомогою неелектронних та електронних еталонів. До неелектронних вихідних еталонів відносяться

Таблиця 1. Основні характеристики засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) атмосферного тиску

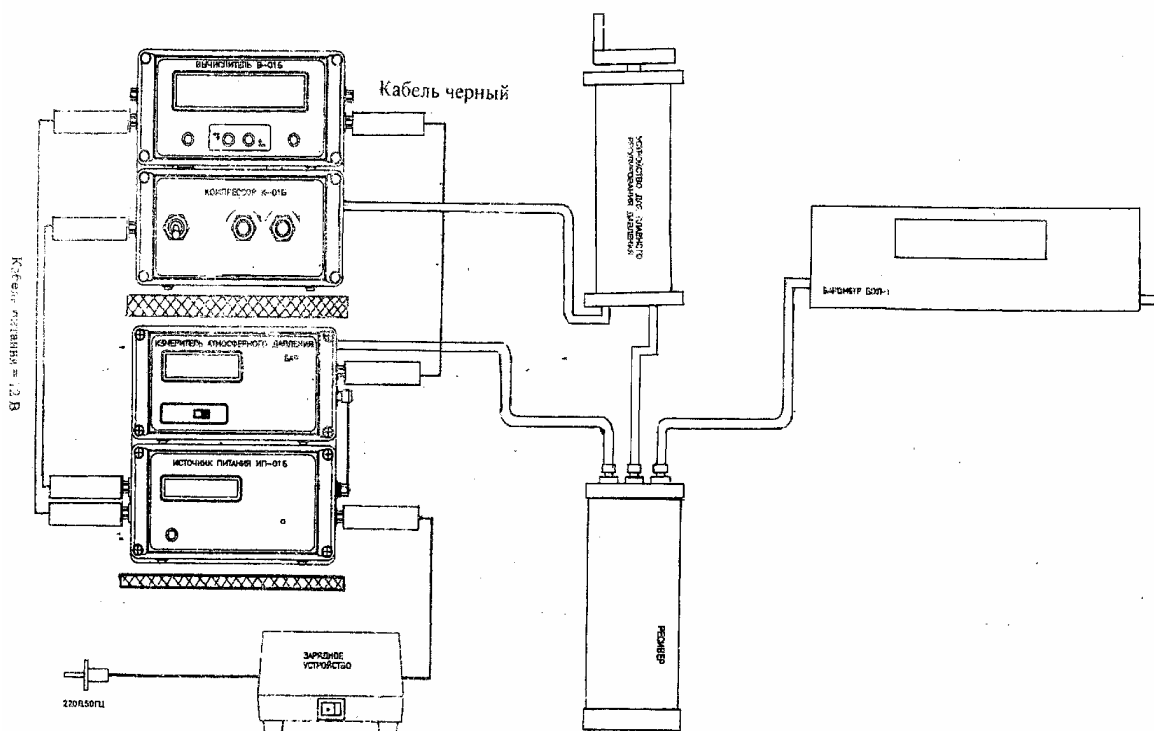
Робочі Характеристики ЗВТ	Діапазон вимірю- вання тиску	Темпера- турний інтервал	Допустимі похибки	Точність відліку по приладу	Темпера- турна похибка	Додаткова похибка	Компен- саційний тиск	Міжпові- рочний інтервал
М-67 (контрольний) анероїд	610 - 790 мм рт ст	-10 + 50 °C	±0,8 мм рт ст	≤0,1 мм рт ст	≤0,12 мм рт ст	-2,0+0,9 мм рт ст	73 мм рт ст	24 місяці
МД-49-2 анероїд	610-790 мм рт ст	-10 + 50 °C	±0,8 мм рт ст	0,1 мм рт ст	±0,08 мм рт ст	+0,7 мм рт ст		12 місяців
БАММ-1 анероїд	80- 106 кПа	0+ 40 °C	±0,2 кПа	0,05 кПа	+0,01 кПа	+0,5 кПа	97,6 кПа	12 місяців
БАММ анероїд	600- 800 мм рт ст	-10+40 °C	±1,5 мм рт ст	0,5 мм рт ст	+0,05 мм рт ст	+0,7 мм рт ст		12 місяців
М-98 анероїд	300- 810 мм рт ст	-20+ 50 °C	±1,0 мм рт ст	0,5 мм рт ст	±0,15 мм рт ст	±2,0 мм рт ст	75 мм рт ст	24 місяці
М-110 анероїд	5- 800 мм рт ст	+5 +50 °C	±2,5 мм рт ст	≤0,1 мм рт ст				24 місяці
СР-А ртутний	810-1070 гПа	+10+40 °C	±0,5 гПа			+0,05 гПа		5 років
СР-Б ртутний	680-1070 гПа	+10+40 °C	±0,5 гПа			+0,05 гПа		5 років
БОП-1 електронний	300-1100 гПа	+5+ 50 °C	±0,1 гПа					12 місяців
СТРАТОСФЕРА електронний	13- 1100 гПа	+15+ 30 °C	±0,08 гПа					12 місяців
БАР електронний	650- 1080 гПа	+5 +40 °C	±0,3 гПа					24 місяці
МПА-15 грузопоршневий	1- 3000 мм рт ст	до +40 °C	±0,1 мм рт ст					24 місяці

грузопоршневі манометри абсолютного тиску типу МПА-15 (виробник Росія). Еталони цього типу побудовані на принципі врівноваження атмосферного тиску грузами відкаліброваними у мм рт ст. До електронних відносяться високоточні еталони типу БОП (виробник Росія), "Стратосфера" (виробник "Добрий шлях", Україна), а також робочі електронні еталони типу БАР-И (виробник "Добрий шлях"). За допомогою БОП-1, "Стратосфера" і МПА-15 повіряються / калібруються робочі еталони БАР-И, а за допомогою БАР-И - робочі ЗВТ атмосферного тиску: електронні вимірювачі БАР, а також ртутні барометри СР-А, СР-Б і барометри - анероїди. На рисунках 1-4 наведено пневмоелектричні схеми для повірки/калібрування інспекторських електронних барометрів БАР-И. Кожній з цих схем притаманна своя особливість підтримання заданого тиску в основі якої покладено другий закон термодинаміки:

$$PV = RT, \quad (1)$$

де P - тиск в пневмосистемі, V - об'єм повітря в пневмосистемі, R - газова константа, T- температура повітря в пневмосистемі.

На рисунку 1 наведено схему повірки / калібрування робочого еталону БАР-И по електронному вихідному еталону БОП.



**Рис.1. Схема повірки робочого еталону БАР-И по вихідному електронному еталону БОП**

Необхідний тиск "P" у цій пневмосхемі підтримується за допомогою приладу "УИДС" - герметичного циліндру з пересувним поршнем. При постійній температурі "T" повітря у пневмосхемі, тиск "P" залежить від зміни об'єму "V".

На рисунку 2 наведено схему повірки/калібрування робочого еталону БАР-И по вихідному грузопоршневому еталону.

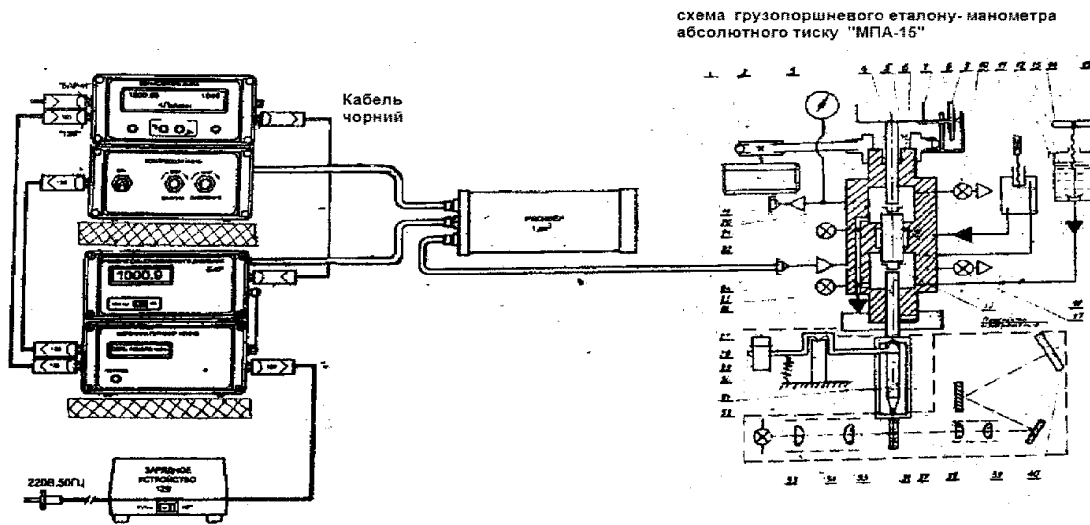


Рисунок 2

Рис.2. Схема повірки/калібрування робочого еталону БАР-И по вихідному грузопоршневому еталону МПА-15

Необхідний тиск в цій схемі задається каліброваними грузами, які врівноважуються зміною об'єму повітря "V" у порівняльній камері МПА-15.

На рисунку 3 наведено схему повірки/калібрування робочого еталону БАР-И по барометричному повірочному комплексу «Стратосфера».

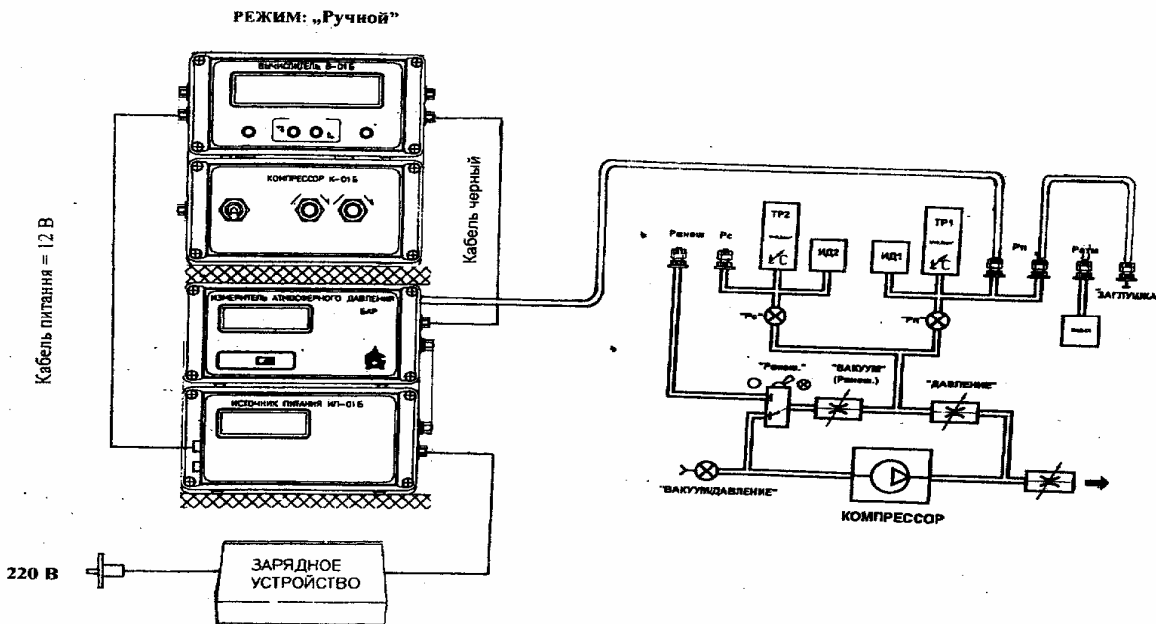


Рис.3. Схема повірки робочого еталону БАР-И по барометричному повірочному комплексу «Стратосфера»

У цій схемі застосовано принципово новий спосіб підтримання необхідного тиску: при незмінному об'ємі повітря в пневмосхемі заданий тиск підтримується спеціальними термостабілізаторами.

На рисунку 4 наведено схему повірки/калібрування вимірювача атмосферного тиску БАР по робочому еталону БАР-И.

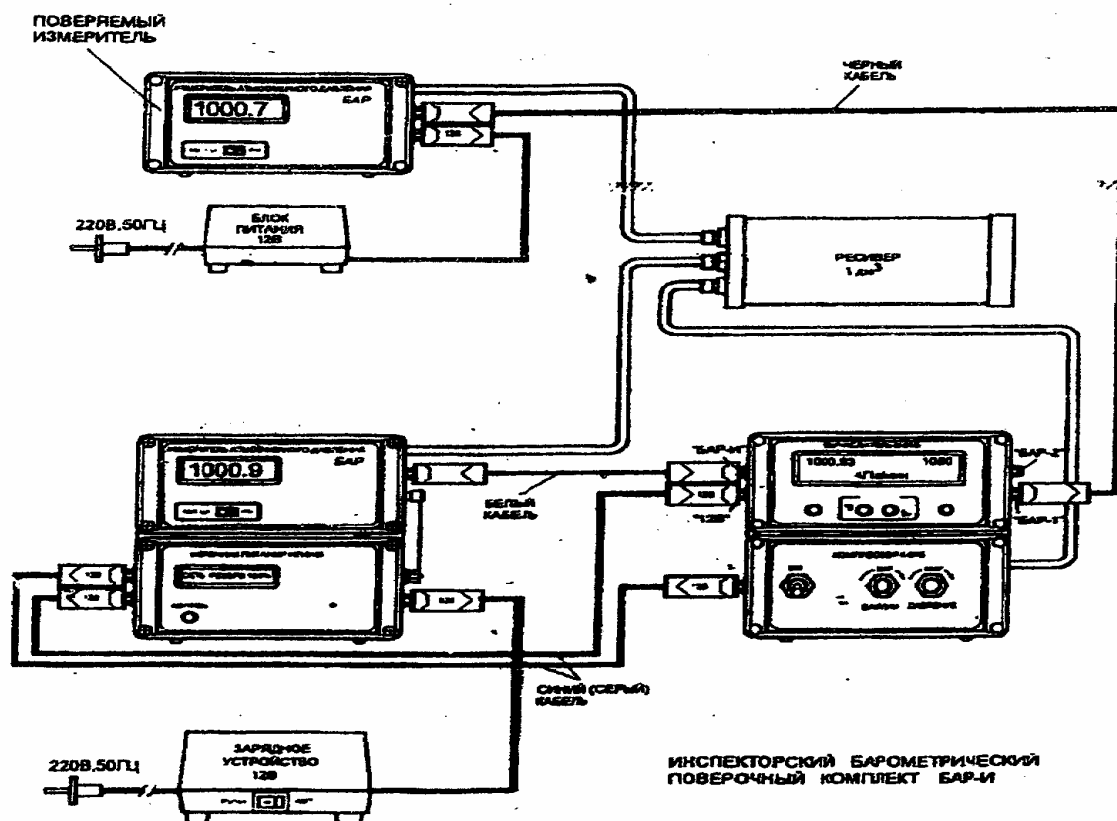


Рис.4. Схема повірки/калібрування вимірювача атмосферного тиску БАР по робочому еталону БАР-И

Повірка найстаріших ртутних ЗВТ атмосферного тиску типу СР-А здійснювалась за ртутними еталонами типу КР шляхом порівняння результатів вимірювання при температурі повітря 20 С°[1].

Повірка барометрів-анероїдів до 80-х років ХХ ст. здійснювалась за методикою, розробленою в 30-х роках [2]. Ця методика перезатверджена без змін у 1987 році [2]. Згідно з цією методикою у схему повірки, наведеній на рисунку 5, входять: вихідний еталон-ртутний барометр СР-А, герметична скляна камера, у якій знаходиться барометр-анероїд та насос/компресор для створення необхідного тиску.

Згідно з цією методикою, візуально порівнюються результати при підвищенні та пониженні тиску в камері при постійній температурі оточуючого середовища. Графоаналітичним способом середньоарифметичні дані повірки приводяться до нормальних умов (НУ) і розраховуються похибки, які вносяться у повірочний сертифікат. В наш час анероїди повіряють за методикою МИ 2705-2001 [3], прийнятій у Росії і яка нічим не відрізняється від попередніх. У якості робочого еталону тут використовують електронні БОП-1, або БРС-1.

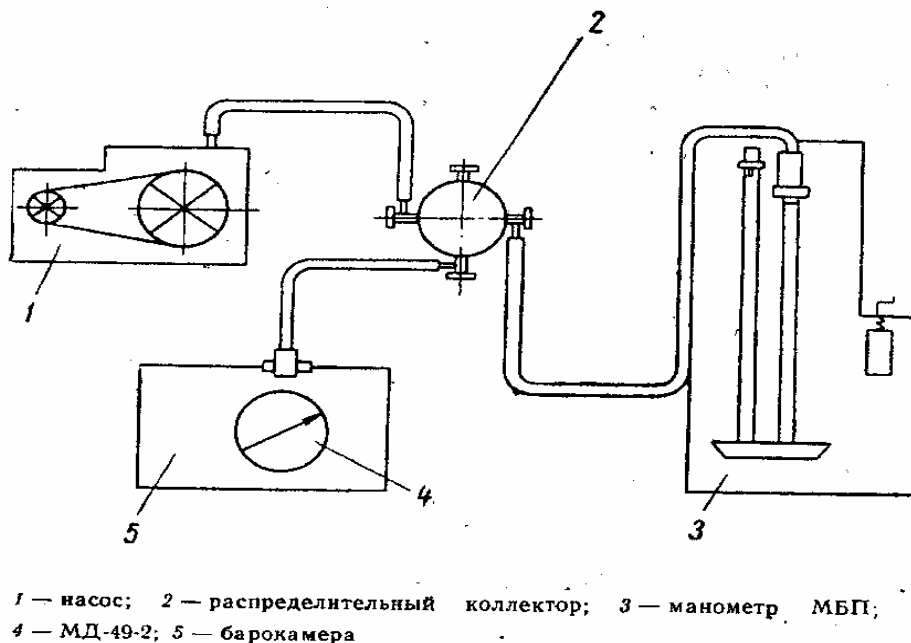


Рис. 5. Схема повірки анероїдів по вихідному еталону- ртутному барометру

**Мета подальших досліджень.** При повірці/калібруванні ЗВТ атмосферного тиску додержуються правила: якщо ЗВТ, що повіряється, і еталон одного принципу дії, то повірка здійснюється простим порівнянням показань при кімнатній температурі 20°C. Якщо ж ЗВТ, що повіряється, і еталон побудовані за різними принципами, то результати повірки необхідно штучно приводити до нормальних умов (НУ): на широту 45 градусів, на рівні моря  $H=0$  м абс і при нульовій температурі оточуючого середовища.

Оскільки у сучасних умовах повірка усіх ЗВТ атмосферного тиску здійснюється за електронними еталонами, виникає необхідність у додаткових дослідженнях для розробки нової методики повірки.

#### Висновки.

- На мережі метеостанцій України, які підпорядковані УкрГМЦ, спостереження проводяться за допомогою ртутних, анероїдних і електронних барометрів.

- Повірка цих приладів здійснюється в спеціальних повірочних лабораторіях, які оснащено сучасними грузопоршневими і електронними еталонами атмосферного тиску.

- В зв'язку з тим, що всі вони побудовані за різними принципами дії, виникла необхідність штучного приведення результатів вимірювання до нормальних умов, для чого необхідна розробка нової методики повірки.

#### Список літератури

1. Кедроліванский В. Н. Метеорологические приборы / В. Н. Кедроліванский. – Л. : Гидрометеиздат, 1947. – 437 с.
2. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Барометры мембранные метеорологические. Методика поверки МИ 1802-873. – 14 с.
3. Государственная система обеспечения единства измерений (Россия). Барометры мембранные метеорологические. Методика поверки МИ 2705-2001. – 15 с.
4. Фатеев Л. Д. Поверка гидрометеорологических приборов / Л. Д. Фатеев. – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 320 с.

**Метрологічне забезпечення приладів атмосферного тиску у гідрометеорологічній службі України**

**Білаш В.І., Пясецька С.І.**

*На метеостанціях України на обслуговуванні знаходяться ртутні, aneroidні і електронні барометри. Для забезпечення принципу єдності вимірювань, проводиться повірка /калібрування цих приладів. В зв'язку з переоснащенням метеостанцій новими приладами спостережень, виникла необхідність в розробці нових методик повірки.*

**Ключеві слова:** барометри, повірка, методика.

**Метрологическое обеспечение приборов атмосферного давления в гидрометеорологической службе Украины**

**Белаш В.И., Пясецкая С.И.**

*На метеостанциях Украины на обслуживании находятся ртутные, aneroidные и электронные барометры. Для обеспечения принципа единства измерений, проводится поверка /калибровка этих приборов. В связи с переоснащением метеостанций новыми приборами наблюдений, возникла необходимость в разработке новых методик поверки.*

**Ключевые слова:** барометры, поверка, методика.

**Metrological support of devices atmospheric pressure in the hydrometeorological service of Ukraine**

**Bilash V.I., Pyasetska S.I.**

*On the meteorological stations of Ukraine, which are subject to Ukrainian, hydrometeorological service, meteorological observations are carried on mercury, aneroid and electron barometers. Verification of these instruments is carried out special calibration laboratories that are equipped with modern deadweight and electron standards. Due to the fact that all he does considering different methods of action, there is a need to bring artificial measurements to normal condition which is necessary to develop a new method of calibration.*

**Keywords:** means of measuring atmospheric pressure, calibration

**Надійшла до редколегії 25.04.2014**

УДК 504.42.064

**Цуранич В.В.**

*Киевская государственная академия водного транспорта, г. Киев*

## **ХАРАКТЕР ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОСИСТЕМУ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ**

**Ключевые слова:** водный транспорт, экосистема, загрязняющие вещества, дельта Дуная

Несмотря на сравнительно небольшой удельный вес в общем объеме транспортной работы, водный транспорт является одной из наиболее активной и значительной отраслью в дельте Дуная.

Наряду с поддержанием обычных технических параметров судоходного пути, крайне заинтересован водный транспорт в нормативном качестве вод, как важном экономическом компоненте его деятельности. Имеется в виду, что от этого показателя зависят эффективность и долговечность эксплуатации флота, его энергетических установок, а также производственные условия работы, быт и отдых судовых команд и пассажиров.

Сбрасываемые водным транспортом с водой отработанные продукты, отходы, остатки грузов горюче-смазочных материалов, охватывают, практически, все группы классификации сточных вод [5]: