

Утверждено  
5К1.550.153 РЭ-ЛУ  
ГОСРЕЕСТР № \_\_\_\_\_

# ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ

# РОДНИК-6

Руководство по эксплуатации  
5К1.550.153 РЭ



2008 г.

## Содержание

1.	Описание и работа генератора.....	3
1.1.	Назначение генератора.....	3
1.2.	Технические характеристики.....	4
1.3.	Комплектность.....	5
1.4.	Устройство и работа генератора.....	7
1.5.	Маркировка.....	8
1.6.	Упаковка.....	9
2.	Описание и работа составных частей генератора.....	9
3.	Подготовка генератора.....	11
3.1.	Меры безопасности.....	11
3.2.	Подготовка генератора к работе.....	12
3.3.	Подготовка насытителя.....	12
3.4.	Подготовка блока измерений.....	13
3.5.	Подготовка криостата.....	13
3.6.	Подготовка калибратора-измерителя.....	13
3.7.	Подготовка компьютера.....	14
4.	Применение генератора по назначению.....	14
4.1.	Подача осушенного газа.....	14
4.2.	Предварительный расчет давления и температуры в насытителе.....	14
4.3.	Охлаждение насытителя.....	15
4.4.	Подача газа с заданной ОДВ.....	16
4.5.	Расчет воспроизводимой ОДВ.....	16
5.	Техническое обслуживание.....	17
5.1.	Меры безопасности.....	17
5.2.	Порядок технического обслуживания.....	17
6.	Текущий ремонт генератора.....	18
7.	Транспортирование и хранение.....	20
8.	Гарантии изготовителя и порядок предъявления рекламаций.....	20
9.	Консервация.....	20
10.	Свидетельство об упаковывании.....	21
11.	Свидетельство о приемке.....	21
12.	Сведения о поверке (калибровке).....	21
	Приложение А.....	23

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с конструкцией и принципом действия генератора влажного газа эталонного РОДНИК-6 ТУ 4215-043-71803530-2007 (далее – генератор), изучения правил и порядка его эксплуатации, а также содержит сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик.

К эксплуатации генератора могут быть допущены специалисты с квалификацией не ниже техника-лаборанта, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по правилам техники безопасности при работе с электроприборами, питающимися от электрической сети переменного тока с напряжением 220 В, приборами, находящимися под повышенным давлением газа, с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, со сжиженными газами.

По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды генератор имеет исполнение УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69.

По защищенности от воздействия окружающей среды генератор имеет степень защиты IP20 по ГОСТ 14254-96.

По способу информационной связи генератор совместим с изделиями (персональный компьютер, ноутбук и т.п.), имеющими последовательный интерфейс RS-232 (COM-порт).

Генератор не является источником вредных излучений и выбросов и не наносит вреда природной среде и генетическому фонду человека.

Пример обозначения генератора при заказе и в документации другой продукции, где он может быть применен:

“Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6 ТУ 4215-043-71803530-2007”.

## **1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА**

### **1.1. Назначение генератора**

1.1.1. Генератор предназначен для воспроизведения объемной доли влаги (далее – ОДВ) в газе (азоте) и передачи единицы ОДВ рабочим гигрометрам проточного типа при их поверке, калибровке и градуировке.

Генератор относится к рабочим эталонам второго разряда по ГОСТ 8.547-86.

1.1.2. Генератор предназначен для эксплуатации при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- электрическое питание от сети переменного тока с напряжением  $(220 \pm 22)$  В и частотой  $(50 \pm 1)$  Гц;

- пневматическое питание от баллона сжатого азота с давлением от 0,5 до 15 МПа;
- охлаждение жидким азотом из сосудов Дьюара;
- отсутствие ударов, тряски и вибрации.

## 1.2. Технические характеристики

1.2.1. Диапазон воспроизведения ОДВ от 0,3 до 2000 млн<sup>-1</sup> при температуре в насытителе от минус 70 до 0 °С, абсолютном давлении в насытителе от 0,1 до 1 МПа и расходе ПГС от 0,2 до 2 дм<sup>3</sup>/мин.

1.2.2. Относительная погрешность воспроизведения ОДВ не должна быть более  $\pm 1,5$  % при абсолютной погрешности измерений температуры не более  $\pm 0,05$  °С и погрешности измерений давления (приведенной к верхнему пределу диапазона измерений) не более  $\pm 0,1$  %.

Нестабильность воспроизведения ОДВ в течение 8 ч непрерывной работы не должна быть более 3 %.

1.2.3. Время установления заданной температуры не превышает 1,5 ч.

1.2.4. Время  $T_{0,9}$  установления заданной ОДВ при изменении ее от  $(250 \pm 20)$  до  $(950 \pm 20)$  млн<sup>-1</sup> и постоянной температуре насытителе не превышает 30 мин.

1.2.5. Газовый тракт генератора герметичен при избыточном давлении 1 МПа. Спад давления за 10 мин не превышает 0,005 МПа.

1.2.6. Потребляемая от электрической сети мощность не превышает 400 В·А.

1.2.7. Электрическая изоляция между электрическими цепями питания генератора и корпусами блоков выдерживает в течение 1 мин воздействие испытательного напряжения 750 В практически синусоидальной формы с частотой от 45 до 65 Гц при относительной влажности не более 80 % и температуре плюс  $(20 \pm 5)$  °С.

1.2.8. Электрическое сопротивление между электрическими цепями питания генератора и корпусами блоков составляет не менее 20 МОм при относительной влажности не выше 80 % и температуре плюс  $(20 \pm 5)$  °С.

1.2.9. Генератор в транспортной таре выдерживает воздействия:

- температуры от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительной влажности  $(95 \pm 3)$  % при температуре плюс 35 °С;
- вибрации с частотой от 10 до 55 Гц и амплитудой 0,35 мм.

1.2.10. Показатели надежности генератора:

- средняя наработка на отказ не менее 10000 ч;
- средний срок службы не менее 6 лет;
- средний срок сохраняемости не менее 2 лет.

1.2.11. Габаритные размеры и масса блоков генератора соответствуют указанным в таблице 1.3.

Таблица 1.3.

Наименование	Габаритные размеры, не более, мм	Масса, не более, кг
Блок измерений	340x143x200	10
Криостат	670x353x370	20
Блок газовый	500x225x185	15

### 1.3. Комплектность

1.3.1. Комплектность поставки генератора указана в таблице 1.4.

Таблица 1.4.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Зав. номер	Примечание
5К5.150.173	Блок газовый	1 шт.		
5К5.427.105	Блок измерений	1 шт.		
5К5.868.072	Криостат	1 шт.		
5К4.070.261	<b>Комплект запасных частей</b>			
-	Вставка плавкая ВП-15А АГО.481.303 ТУ	1 шт.	-	
5К4.072.120	<b>Комплект принадлежностей</b>			
-	Стабилизатор давления газа СДГ-100М 5К0.256.008 ТУ	1 компл.		
5К2.964.000-02	Устройство подачи хладагента УПХ-72	2 компл.		
-	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-200Ех	1 компл.		
5К5.886.122	Осушитель	1 шт.	-	
5К6.150.128	Подставка	1 шт.	-	
5К6.178.053	Крышка	1 шт.	-	
-	Оптический диск CD-R с программным обеспечением	1 шт.	-	

Продолжение таблицы 1.4.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Зав. номер	Примечание
5К4.075.138	<b>Комплект монтажных частей</b>			
5К5.282.051-01	Соединитель	2 шт.	-	
5К6.644.022	Кабель "СЕТЬ"	2 шт.	-	
5К6.452.295-15	Трубка 0,5 м	1 шт.	-	
5К6.452.295-22	Трубка 2 м	1 шт.	-	
Н5К8.652.108	Штуцер ввертной	1 шт.	-	
-	Винт М4-6g×10.36.016 ГОСТ 1491-80	4 шт.	-	
-	Шайба 4.65Г.016 ГОСТ 6294-70	4 шт.	-	
-	Шайба 4.04.016 ГОСТ 10450-78	4 шт.	-	
5К1.550.153 РЭ	"Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6". Руководство по эксплуатации	1 экз.	-	
5К1.550.153 ДП	"Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6". Методика поверки	1 экз.	-	
5К4.079.056	Комплект схем	1 компл.	-	
ПИ2.821.029 ПС	"Термометр сопротивления платиновый низкотемпературный образцовый ТСПН-4В". Паспорт	1 экз.	-	
НКГЖ.406233.002ПС	"Преобразователи давления измерительные АИР-20". Паспорт	1 экз.	-	
НКГЖ.406233.002РЭ	"Преобразователи давления измерительные АИР-20". Руководство по эксплуатации	1 экз.	-	

Продолжение таблицы 1.4.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Зав. номер	Примечание
-	“Регулятор температуры ТЕРМОДАТ-11”. Паспорт	1 экз.	-	
-	“Многоканальный регулятор температуры ТЕРМОДАТ-11”. Руководство пользователя	1 экз.	-	

**Примечание** - Средства измерений, входящие в состав генератора (калибратор – измеритель ИКСУ-200Ех, преобразователь давления АИР-20, термопреобразователь ТСПН-4В и регулятор температуры ТЕРМОДАТ-11) при поставке должны иметь свидетельства о поверке с запасом срока действия не менее полугода.

#### 1.4. Устройство и работа генератора

1.4.1. Принцип действия генератора заключается в воспроизведении заданной ОДВ в потоке газа (азота) при совместном использовании метода двух давлений и метода двух температур.

Газ из баллона через стабилизатор давления газа поступает в осушитель. Для получения влажного газа с заданной ОДВ поток направляется в насытитель, помещенный в криостат и находящийся при отрицательной температуре. Насытитель обеспечивает получение насыщенного водяного пара над поверхностью льда.

При выходе влажного газа из генератора его объем увеличивается пропорционально снижению давления и повышению температуры, ОДВ остается неизменной, а температура точки росы, массовая концентрация водяного пара и относительная влажность уменьшаются.

ОДВ газа, подаваемого в поверяемый гигрометр, рассчитывается по температуре и давлению в насытителе. Программное обеспечение, поставляемое с генератором, позволяет автоматизировать процесс вычислений, рассчитывать оптимальные параметры воспроизведения заданной ОДВ, производить вычисления воспроизводимой ОДВ в реальном масштабе времени, и, дополнительно, вычислять температуру точки росы (для генераторов, показывающих точку росы).

1.4.2. Общая электрическая схема генератора изображена на чертеже 5K1.550.153 Эб, а газовая схема – на чертеже 5K1.550.153Х3.

Генератор состоит из блока измерений и газового блока, соединенных соединителем. Для получения низких температур в насытителе газовый блок помещается в криостат, охлаждаемый жидким азотом из сосудов Дьюара через устройства подачи хладагента (далее - УПХ). Предусмотрена одновременная подача хладагента из двух сосудов (форсированный режим) или попеременная с автоматическим переключением (режим резервирования).

Для измерения текущего значения температуры используется эталонный термопреобразователь, подключенный к калибратору-измерителю унифицированных сигналов, а для измерения давления – преобразователь давления.

Персональный компьютер (в комплект поставки не входит) соединяется с калибратором-измерителем и преобразователем давления через СОМ–порты и служит для автоматизации расчетов.

## **1.5. Маркировка**

1.5.1. На блоках генератора размещены фирменные планки, на которых нанесены:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- надпись "ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА ЭТАЛОННЫЙ РОДНИК-6";
- заводской номер блока;
- год изготовления блока.

1.5.2. На передней панели блока измерений нанесены надписи "РОДНИК-6" и "БЛОК ИЗМЕРЕНИЙ" и знак утверждения типа средства измерений.

1.5.3. На передней панели газового блока нанесены надписи "РОДНИК-6" и "БЛОК ГАЗОВЫЙ".

1.5.4. На верхней панели криостата нанесены надписи "РОДНИК-6" и "КРИОСТАТ".

1.5.5. Маркировка устройства подачи хладагента УПХ-72, преобразователя давления измерительного "АИР-20", регулятора температуры "ТЕРМОДАТ-11" и термометра сопротивления платинового низкотемпературного образцового "ТСПН-4В" соответствует указанной в их эксплуатационной документации.

1.5.6. Способы нанесения надписей – ударный, фотохимический, методом сеткографии и ксерокопированием.

1.5.7. Транспортная маркировка содержит манипуляционные знаки: "ВЕРХ", "ХРУПКОЕ – ОСТОРОЖНО", "БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ", основные, дополнительные и информационные надписи, информацию об упакованном изделии по ГОСТ 14192-96.

Порядок расположения транспортной маркировки соответствует ГОСТ 14192-96.



## 1.6. Упаковка

1.6.1. Блоки генератора перед упаковкой подвергнуты консервации согласно ГОСТ 9.014-78 для группы изделий III-1, вариант временной противокоррозионной защиты ВЗ-10.

1.6.2. Упаковка произведена по ГОСТ 9.014-78, вариант внутренней упаковки ВУ-5.

1.6.3. Блоки генератора после консервации уложены в коробки из гофрированного картона ГОСТ 7376-89.

1.6.4. Блоки генератора, комплекты принадлежностей, монтажных частей, запасных частей и эксплуатационная документация размещены в двух ящиках с габаритными размерами и массой брутто соответственно:

- ящик № 1 – не более 810x760x410 мм и 50 кг;
- ящик № 2 – не более 810x610x240 мм и 35 кг.

1.6.5. Под крышки тарных ящиков вложены упаковочные листы.

## 2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ГЕНЕРАТОРА

2.1. Блок газовый 5K5.150.173 предназначен для получения газа с заданной ОДВ.

В состав газового блока входят:

- насытитель;
- панель с элементами газового тракта.

Насытитель предназначен для насыщения влагой потока газа. Насытитель состоит из набора дисков (тарелок) с уплотняющими прокладками, верхнего и нижнего стаканов, верхнего и нижнего фланцев и стягивающих шпилек. Тарелки содержат пластинчатые направляющие, расположенные концентрически относительно их оси и патрубки, которые служат для прохода газа из одной тарелки в другую и для ограничения уровня воды на тарелке.

Между верхней тарелкой и верхним фланцем расположен волокнистый фильтр, предназначенный для улавливания из потока газа частиц льда или воды (тумана).

Центральные штуцеры на нижнем и верхнем фланцах предназначены для входа осушенного газа и выхода влажного газа соответственно, а боковые – для слива и заполнения водой насытителя.

В верхнем фланце размещен образцовый низкотемпературный платиновый термометр сопротивления.

В панели размещены:

- преобразователь давления ПИ, предназначенный для измерения давления в насытителе;
- штуцер «ВХОД», предназначенный для подачи осушенного газа в газовый тракт генератора;
- регулируемый дроссель ДР1 “давление”, предназначенный для управления давлением в насытителе;

- вентиль В31 “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”, предназначенный для подачи осушенного газа к внешнему гигрометру в обход насытителя;
- регулируемый дроссель ДР2 “расход”, предназначенный для управления расходом влажного газа из насытителя;
- штуцер “продувка”, предназначенный для соединения с дренажной линией;
- штуцер “ГИГРОМЕТР”, предназначенный для соединения газового блока с гигрометром;
- штуцеры “ЗАЛИВ ВОДЫ” и “СЛИВ ВОДЫ”, предназначенные соответственно для заполнения и опорожнения насытителя;
- штуцер “внешний манометр”, предназначенный для соединения насытителя с внешним манометром (при необходимости);
- разъем “термометр”, предназначенный для соединения образцового низкотемпературного платинового термометра сопротивления с калибратором-измерителем унифицированных сигналов.

2.2. Криостат 5К5.868.072 предназначен для охлаждения насытителя до необходимой температуры.

Криостат представляет собой теплоизолированную ванну, внутри которой размещены два змеевика. В ванну заливают теплоноситель, а через змеевики пропускают хладагент (жидкий азот). Для уменьшения температурного градиента теплоносителя в ванне размещена мешалка с электроприводом, а для контроля температуры теплоносителя – платиновый термометр сопротивления. Термометр соединен с терморегулятором, находящимся в блоке измерений. Терморегулятор управляет подачей хладагента из сосудов Дьюара посредством включения и выключения УПХ.

На верхней панели криостата расположены:

- отверстие для установки в криостат насытителя. В нерабочем положении отверстие закрывают крышкой;
- электродвигатель мешалки;
- разъем для соединения криостата с блоком измерений;
- отверстие для заливки теплонасытителя.

На боковой поверхности криостата размещены:

- штуцеры “ВХОД 1” и “ВХОД 2”, предназначенные для соединения криостата с УПХ;
- штуцеры “ВЫХОД 1” и “ВЫХОД 2”, предназначенные для соединения с дренажной линией;
- штуцер и кран “СЛИВ”, предназначенные для слива теплоносителя;
- окно для контроля уровня теплонасытителя;
- 4 отверстия для крепления осушителя;
- клемма заземления корпуса.

2.3. Блок измерений 5К5.427.107 предназначен для управления работой УПХ.

Электрическая схема блока измерений изображена на чертеже 5К5.427.107 ЭЗ.

В состав блока измерений входят:

- встроенный терморегулятор “ТЕРМОДАТ-11”;
- блок реле с индикаторными светодиодами;
- блок питания УПХ и преобразователя давления.

На лицевой панели блока измерений размещены:

- ручка выключателя питания S1 “СЕТЬ”;
- передняя панель терморегулятора;
- ручки переключателей S2 “ФОРСАЖ» и S3 “ОХЛАЖДЕНИЕ”, предназначенные для управления режимами работы УПХ;
- светодиоды “СОСУД 1” и “СОСУД 2”, предназначенные для индикации состояния сосудов Дьюара (пустой или нет, работает или в резерве).

На задней панели блока измерений размещены:

- разъем X1 “220 V 50 Hz” для соединения с кабелем “СЕТЬ”;
- разъем X2 “ТСП РЕГУЛ” для соединения терморегулятора с термометром сопротивления в криостате;
- разъемы X3 “СОСУД 1” и X4 “СОСУД 2” для подключения УПХ;
- разъем X5 “АИР” для подачи питания в преобразователь давления;
- корпус предохранителя “5 А”;
- клемма заземления;
- радиатор охлаждения диодного моста блока питания.

2.4 Программное обеспечение (далее - ПО) предназначено для установки на персональный компьютер с операционной системой Windows XP. Для установки программ на жесткий диск рекомендуется создать новую папку и скопировать в нее содержимое прилагаемого оптического диска CD-R. С помощью ПО можно оперативно рассчитывать:

- необходимое значение давления в насытителе для получения заданного значения ОДВ при заданной температуре;
- значение ОДВ по давлению и температуре в насытителе;
- температуру точки росы влажного газа по его ОДВ.

### **3. ПОДГОТОВКА ГЕНЕРАТОРА**

#### **3.1. Меры безопасности**

3.1.1. Безопасная работа с генератором обеспечивается при соблюдении правил безопасности, установленных для работ с электроприборами, питающимися от сети переменного тока с напряжением 220 В, с приборами, находящимися под повышенным давлением газа, с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, со сжиженными газами.

3.1.2. Корпуса блока измерений и криостата должны быть заземлены путем соединения клемм заземления с контуром заземления предприятия медным проводом с сечением жилы не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

3.1.3. Газовый блок и криостат при применении генератора по назначению должны располагаться в вытяжном шкафу или под зонтом вытяжной вентиляции.

3.1.4. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ НАЛАДКУ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРА ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ.

3.1.5 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДАВАТЬ НА ВХОД ГЕНЕРАТОРА ГАЗ ПОД ДАВЛЕНИЕМ БОЛЕЕ 1,5 МПа.

3.1.6 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ДЕМОНТИРОВАТЬ ЭЛЕМЕНТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТРАКТА ПОД ДАВЛЕНИЕМ.

### **3.2. Подготовка генератора к работе**

3.2.1. После распаковки блоков произведите их осмотр, убедитесь в отсутствии механических повреждений после транспортировки.

3.2.2. Разместите криостат с газовым блоком в вытяжном шкафу или под зонтом вытяжной вентиляции. Блок измерений и персональный компьютер (ПК) разместите на столе.

3.2.3. Соедините клеммы заземления корпусов блоков генератора с контуром заземления предприятия медным проводом с сечением жилы не менее 2,5 мм<sup>2</sup>.

Соедините разъемы блоков соединителями в соответствии со схемой 5K1.550.153 Эб.

Вилки кабелей “СЕТЬ” вставьте в розетки электрической сети переменного тока с номинальным напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

На штуцер баллона сжатого азота (в комплект поставки не входит) установите стабилизатор давления газа из комплекта принадлежностей.

Прикрепите к криостату осушитель четырьмя винтами из комплекта монтажных частей. Верхний штуцер осушителя соедините трубкой с штуцером “ВХОД” газового блока, а нижний – с выходным штуцером стабилизатора давления газа.

### **3.3. Подготовка насытителя**

3.3.1. Заполните насытитель дистиллированной водой в следующем порядке:

- снимите заглушки со штуцеров “ЗАЛИВ ВОДЫ” и “СЛИВ ВОДЫ”;
- к штуцеру “ЗАЛИВ ВОДЫ” с помощью гибкого шланга присоедините воронку (в комплект поставки шланг и воронка не входят), на штуцер “СЛИВ ВОДЫ” также наденьте шланг, второй конец которого поместите в стакан;
- налейте в мерный стакан примерно 600 мл воды и вылейте ее через воронку в насытитель;
- снимите шланг со штуцера “ЗАЛИВ ВОДЫ” и наверните на штуцер заглушку;

- закройте дроссели “ДАВЛЕНИЕ” и “РАСХОД” и вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”;
- откройте вентиль баллона, стабилизатором установите давление не более 0,2 МПа;
- плавно откройте дроссель “ДАВЛЕНИЕ”, излишки воды, скопившиеся на дне насытителя, будут вытесняться давлением газа через штуцер “СЛИВ ВОДЫ”;
- снимите шланг со штуцера “СЛИВ ВОДЫ” и заглушите штуцер.

### 3.4. Подготовка блока измерений

3.4.1. Включите питание блока измерений. Произведите контроль настройки или настройку терморегулятора в соответствии с руководством пользователя и таблицей 3.1.

Таблица 3.1.

Операция	Номер канала		
	1	2	3
Уставка температуры	Регулируется	Регулирование выключено	
Настройка входов	Тип-термометр сопротивления градуировки 100 П (W100=1,3910)		
Настройка выходов	Управление охладителем с гистерезисом 1°C	Аварийная сигнализация при превышении температуры кипения хладагента не более чем на 10 °C	

### 3.5. Подготовка криостата

3.5.1. Залейте в криостат теплоноситель через отверстие в крышке газового блока до уровня середины смотрового стекла (примерно 8-8,5 л).

3.5.2. Установите рядом с криостатом сосуды Дьюара с жидким азотом (в комплект поставки не входят), поместите в них УПХ, шланги подачи хладагента соедините со штуцерами “ВХОД 1” и “ВХОД 2” криостата, разъемы УПХ соедините с разъемами “СОСУД 1” и “СОСУД 2” блока измерений соответственно.

Залейте в криостат спирт на 20-25 мм ниже нижней поверхности крышки криостата.

### 3.6. Подготовка калибратора-измерителя

3.6.1. Извлеките калибратор – измеритель из упаковки, подключите к нему эталонный термопреобразователь. Термопреобразователь вставьте в отверстие в верхней панели криостата. Настройку калибратора – измерителя производите в соответствии с его руководством по эксплуатации для измерений температуры термопреобразователем с градуировкой 50 П.

### 3.7. Подготовка компьютера

3.7.1. Установите в компьютер программное обеспечение с оптического диска, входящего в комплект принадлежностей.

Соедините измеритель давления и калибратор – измеритель с COM – портами компьютера.

## 4. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 4.1. Подача осушенного газа

4.1.1. Подачу на вход гигрометра осушенного газа (с остаточной влажностью не более  $0,5 \text{ млн}^{-1}$ ) производите в следующем порядке:

- закройте дроссель “ДАВЛЕНИЕ” и “РАСХОД”;
- соедините штуцер “ГИГРОМЕТР” с входом поверяемого гигрометра;
- откройте вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ” и вентиль баллона с азотом;
- стабилизатором давления газа установите давление, указанное в эксплуатационной документации поверяемого гигрометра (но не более 1 МПа).

### 4.2. Предварительный расчет давления и температуры в насытителе

4.2.1. При применении программного обеспечения для автоматизации расчетов откройте файл "RODNIK6.EXE".

В открывшемся окне основного меню для предварительного расчета давления в насытителе выберите (клавишей "TAB" клавиатуры или указателем мыши) кнопку "ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ" и активизируйте ее (клавишей "ENTER" клавиатуры или щелчком левой кнопки мыши).

В открывшемся окне наберите в соответствующих полях ввода значения указанных параметров (перебор полей ввода и кнопок осуществляется клавишей "TAB" клавиатуры или наведением указателя и щелчком левой кнопки мыши). Активизируйте кнопку "ВЫЧИСЛИТЬ". Результат расчета индицируется в этом же окне.

4.2.2. при применении генератора без компьютера оцените ОДВ в насытителе  $V_n$ ,  $\text{млн}^{-1}$ , необходимую для получения заданной ОДВ в гигрометре  $V$ ,  $\text{млн}^{-1}$ , по формуле:

$$V_n = 10 \cdot V \cdot P_n \quad (4.1)$$

где  $P_n$  – предполагаемое давление в насытителе (от 0,1 до 1,0 МПа);  
10 – коэффициент,  $\text{МПа}^{-1}$ .

По таблице А.1 выберите температуру насытителя, обеспечивающую получение рассчитанного значения  $V_n$ .

4.2.3. При проведении предварительных расчетов следует иметь в виду, что одинаковые значения В часто можно получить при разных сочетаниях  $P_n$  и  $T_n$ .

Для ускорения процесса поверки рекомендуется выбирать более высокие давления и температуру.

### 4.3. Охлаждение насытителя

4.3.1. Перед охлаждением насытителя и до достижения температуры не менее минус 10 °С во избежание перемерзания рекомендуется производить продувку газового тракта генератора осушенным газом в следующем порядке:

- снимите заглушку со штуцера “ПРОДУВКА” и установите ее на штуцер “ГИГРОМЕТР”;
- закройте дроссель “ДАВЛЕНИЕ”;
- откройте вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”;
- откройте вентиль баллона со сжатым азотом;
- стабилизатором давления газа и дросселем “РАСХОД” установите давление в насытителе не более 0,2 МПа;
- для прекращения продувки закройте вентиль баллона со сжатым азотом.

4.3.2. Для охлаждения насытителя до необходимой температуры задайте ее значение на первом канале терморегулятора и включите тумблер «ОХЛАЖДЕНИЕ». Рекомендуется для ускорения охлаждения включать режим «ФОРСАЖ» и отключать его при достижении заданной температуры.

Во время работы следите за состоянием светодиодов «СОСУД 1» и «СОСУД 2». Цвет свечения светодиодов указан в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

УПХ подключен к сосуду	Наличие хладагента в сосуде		Положение тумблеров		Цвет светодиодов		
			"ОХЛАЖ- ДЕНИЕ"	"ФОРСАЖ"	«СОСУД 1»	«СОСУД 2»	
1	есть		включен	отключен	зеленый	не светится	
	нет				не светится		
2	есть				не светится	зеленый	
	нет				не светится	не светится	
1 и 2	1	2	включен	отключен			
	есть	есть			включен	желтый	желтый
	есть	есть				зеленый	не светится
	нет	есть				красный	зеленый
	есть	нет				зеленый	красный
	нет	нет			не светится	не светится	

#### 4.4. Подача газа с заданной ОДВ

4.4.1. Подачу в гигрометр газа с заданной ОДВ производите в следующем порядке:

- снимите заглушку со штуцера “ГИГРОМЕТР” и установите ее на штуцер “ПРОДУВКА”;
- штуцер “ГИГРОМЕТР” соедините с входом поверяемого гигрометра;
- закройте вентиль “ОСУШЕННЫЙ ГАЗ”;
- откройте вентиль баллона со сжатым азотом;
- установите стабилизатором давления газа, дросселями “давление” и “расход” давление насытителе и расход влажного газа через гигрометр.

#### 4.5. Расчет воспроизводимой ОДВ

4.5.1. При применении программного обеспечения после установления показаний поверяемого гигрометра для расчета ОДВ в окне основного меню активизируйте кнопку "РАСЧЕТ ОДВ". Введите в соответствующие поля ввода открывшегося окна значения указанных параметров и активизируйте кнопку "ВЫЧИСЛИТЬ". Значение воспроизводимой ОДВ и относительная погрешность воспроизведения индицируются в этом же окне.

При поверке гигрометров, показывающих температуру точки росы, в окне основного меню выберите и активизируйте кнопку "РАСЧЕТ ТОЧКИ РОСЫ", введите в поле ввода значение ОДВ и активизируйте кнопку "ВЫЧИСЛИТЬ". При необходимости в этом же окне можно также вычислить температуру точки росы для ОДВ газа.

Примечание – Расчет точки росы производится для влажного газа, находящегося при нормальном давлении (101,325 кПа или 760 мм рт. ст.).

4.5.2 При применении генератора без компьютера воспроизводимую ОДВ  $V$ , млн<sup>-1</sup>, рассчитывайте по формуле:

$$V = \frac{0,101325 \cdot V_n}{P_n \cdot Z} \quad (4.2)$$

где  $V_n$  – ОДВ в насытителе, определенная по таблице А.1, млн<sup>-1</sup>;

$P_n$  – давление в насытителе, МПа;

$Z$  – коэффициент, определенный по таблице А.2.

При поверке проточных гигрометров точки росы температуру точки росы определяйте по таблице А.1 для ОДВ газа в гигрометре.



## 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 5.1. Меры безопасности

5.1.1. При проведении технического обслуживания соблюдайте меры безопасности, изложенные в подразделе 3.1 настоящего руководства по эксплуатации.

### 5.2. Порядок технического обслуживания

5.2.1. При работе с генератором следите за уровнем теплоносителя в криостате. Если уровень теплоносителя опустится ниже, чем на 25 мм от крышки термостата, то долейте до необходимого уровня.

5.2.2. Ежемесячно производите заполнение водой насытителя в порядке, изложенном в пункте 3.2.4.

**Примечание** – Периодичность заполнения водой насытителя зависит от режима работы генератора – чем выше расход влажного газа, ОДВ и температура насытителя, тем чаще необходимо производить заполнение.

5.2.3. Через каждые 600 ч работы, но не реже одного раза в шесть месяцев, заменяйте поглотитель влаги в осушителе на свежий в следующем порядке:

- снимите осушитель и разберите его;
- промойте водой патрон, гайки и сетки и просушите их в сушильном шкафу в течение часа при температуре от плюс 90 до плюс 100 °С;
- цеолит прокалите в сушильном шкафу в течение двух часов при температуре от 300 до 400 °С;
- оберните сетку неиспользованной тканью Петрянова (фильтрующий материал, применяемый, например, в респираторах ЛЕПЕСТОК) и уложите вогнутой стороной на дно осушителя;
- цеолит, остывший до температуры плюс 80-90 °С, засыпьте поверх сетки слоем 25-30 мм;
- поверх цеолита насыпьте слой сухой пятиокиси фосфора толщиной около 10 мм, затем уложите слой стекловолокна толщиной около 20 мм;
- заполните осушитель чередующимися слоями сухой пятиокиси фосфора и стекловолокна, причем последний слой должен быть из стекловолокна;
- соберите осушитель, проверьте его герметичность при избыточном давлении 1 МПа, подсоедините к газовому тракту генератора и установите на место.

5.2.4. Ежегодно производите замену фильтра и промывку насытителя в следующем порядке:

- отсоедините насытитель от газового тракта генератора и от крышки криостата;

- разберите насытитель и промойте детали последовательно дистиллированной водой и этиловым спиртом. При разборке кладите фланцы штуцерами вниз для предохранения от поломки;
- замените фильтрующий материал на свежий из комплекта запасных частей. Для уменьшения потери давления на фильтре его набивка должна быть возможно слабой;
- соберите насытитель.

Проверьте герметичность насытителя в следующем порядке:

- заглушите центральный штуцер верхнего фланца и боковой штуцер нижнего;
- присоедините к боковому штуцеру верхнего фланца манометр с верхним пределом измерений не менее 1,5 МПа, а к центральному штуцеру нижнего фланца – баллон со сжатым воздухом через редуктор и кран-отсекатель;
- поместите насытитель в емкость с водой, и установите давление от 1 до 1,5 МПа. Появление пузырьков газа указывает место негерметичности, отсутствие пузырьков в течение 10-15 мин говорит о герметичности насытителя;
- извлеките насытитель из воды, снимите заглушки и установите его на место.

## 6. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ГЕНЕРАТОРА

6.1. Перечень наиболее вероятных неисправностей генератора и способов их устранения приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1.

Описание неисправности	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания блок генератора не включается.	Перегорела плавкая вставка в соответствующем блоке.	Заменить на исправную из комплекта запасных частей.
Не поступает хлад-агент в криостат.	Залип клапан УПХ.	Простучать по корпусу УПХ.
Отсутствует или мал расход влажного газа, давление в насытителе падает	1. Перемерзли каналы прохода газа. 2. Воды в насытителе больше нормы.	Повысить температуру в криостате выше 0 °С. Продуть насытитель рабочим газом.



## **7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

7.1. Транспортирование генератора должно осуществляться в крытом транспорте или в герметизированных отсеках самолетов.

Транспортирование должно производиться в соответствии с документами транспортных министерств и компаний.

При проведении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании должны соблюдаться требования манипуляционных знаков, нанесенных на таре.

7.2. Генератор должен храниться в отапливаемых хранилищах (условия хранения 1 по ГОСТ 15150-69).

## **8. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ И ПОРЯДОК ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ РЕКЛАМАЦИЙ**

8.1. Изготовитель гарантирует безотказную работу генератора в течение 12 месяцев со дня ввода его в эксплуатацию при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

8.2. Гарантийный срок хранения – 6 мес с момента изготовления генератора.

8.3. При отказе генератора в течение гарантийного срока потребителем должен быть составлен акт с указанием характера неисправности. Акт подписывается комиссией, утверждается главным инженером и направляется изготовителю.

В акте должны быть указаны:

- наименование, заводской номер, даты выпуска и ввода в эксплуатацию;
- дата проявления неисправности и описание ее признаков в соответствии с разделом "Текущий ремонт" настоящего руководства.

8.4. Гарантийный срок эксплуатации продлевается на время от подачи рекламации до восстановления работоспособного состояния генератора.

8.5. Послегарантийный ремонт генератора производится потребителем или изготовителем по договору с потребителем.

8.6. Реквизиты предприятия-изготовителя:

665821, Иркутская обл., г. Ангарск, а/я 423, ООО «Ангарское-ОКБА»

Email: [mail@okba.ru](mailto:mail@okba.ru)

Сайт: [www.okba.ru](http://www.okba.ru)

Контактные телефоны:

службы технической поддержки (3955) 50-77-85 или 50-77-33

службы маркетинга и рекламы (3955) 50-77-58 или 50-77-37

## **9. КОНСЕРВАЦИЯ**

9.1. Сведения о консервации, расконсервации и переконсервации генератора заносят в таблицу 9.1.

Таблица 9.1.

Дата	Наименование работы	Срок действия, годы	Должность, фамилия и подпись
	Консервация	1 год	

### 10. Свидетельство об упаковывании

10.1. Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6 заводской номер \_\_\_\_\_ упакован на ООО "Ангарское-ОКБА" согласно требованиям, предусмотренным в технических условиях ТУ 4215-043-71803530-2007 и комплекте документации 5К1.550.153.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. \_\_\_\_\_  
дата подпись расшифровка подписи

### 11. Свидетельство о приемке

11.1. Генератор влажного газа эталонный РОДНИК-6 заводской номер \_\_\_\_\_ изготовлен и принят на ООО "Ангарское-ОКБА" в соответствии с обязательными требованиями технических условий ТУ 4215-043-71803530-2007, комплекта документации 5К1.550.153 и признан годным для эксплуатации.

Главный метролог \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

Начальник ОТК \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

М.П.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### 12. Сведения о поверке (калибровке)

12.1. Поверка или калибровка генератора производится в соответствии с методикой поверки 5К1.550.153 ДП.

12.2. Результаты поверки или калибровки заносят в таблицу 12.1.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

### ТАБЛИЦЫ

#### А.1. Пояснение к таблицам

А.1.1. В таблице А.1. приведены значения температуры  $T$  через  $0,1$  °С и соответствующие им значения объемной доли насыщенного водяного пара  $V_n$ , выраженные в миллионных долях. Значение ОДВ находится на пересечении строки и столбца (целые и десятые доли градуса). Часть таблицы А.1, относящаяся к отрицательным значениям температуры, рассчитана по одобренным методической комиссией ГГО им А.И. Воейкова "Психрометрическим таблицам", Гидрометеоздат, Ленинград, 1972 г., с. 225., а часть, относящаяся к положительным температурам – по «Таблицам теплофизических свойств воды и водяного пара» Издательство стандартов, Москва, 1969 г.

А.1.2. В таблице А.2. приведены значения температуры  $T$  и давления  $P$  и соответствующие им значения поправочного коэффициента  $Z$ , обусловленного отклонением свойств реального газа от свойств идеального газа. Значения температуры приведены через  $1$  °С, а значения давления – через  $0,1$  МПа. Для получения промежуточных значений  $Z$ , не указанных в таблице, рекомендуется производить линейную интерполяцию.

Значения  $V_H$  в миллионных долях

Таблица А.1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-99	0,0169	0,0166	0,0163	0,0160	0,0156	0,0153	0,0150	0,0147	0,0144	0,0141
-98	0,0207	0,0203	0,0199	0,0195	0,0191	0,0187	0,0184	0,0180	0,0176	0,0173
-97	0,0203	0,0248	0,0243	0,0238	0,0233	0,0229	0,0224	0,0220	0,0216	0,0211
-96	0,0307	0,0301	0,0296	0,0290	0,0284	0,0279	0,0273	0,0268	0,0262	0,0258
-95	0,0373	0,0366	0,0359	0,0352	0,0345	0,0339	0,0332	0,0326	0,0320	0,0313
-94	0,0452	0,4430	0,0435	0,0427	0,0419	0,0411	0,0403	0,0395	0,0388	0,0380
-93	0,0546	0,0536	0,0526	0,0516	0,0507	0,0497	0,0488	0,0478	0,0470	0,0461
-92	0,0659	0,0647	0,0635	0,0623	0,0612	0,0600	0,0589	0,0578	0,0567	0,0557
-91	0,0794	0,0779	0,0765	0,0751	0,0738	0,0724	0,0710	0,0697	0,0684	0,0672
-90	0,0954	0,0937	0,0920	0,0903	0,0886	0,0870	0,0855	0,0839	0,0824	0,0809
-89	0,1144	0,1123	0,1103	0,1083	0,1064	0,1045	0,1026	0,1007	0,0989	0,0971
-88	0,1369	0,1345	0,1321	0,1298	0,1274	0,1252	0,1229	0,1208	0,1186	0,1165
-87	0,1636	0,1607	0,1579	0,1551	0,1524	0,1497	0,1470	0,1444	0,1419	0,1394
-86	0,1950	0,1916	0,1883	0,1850	0,1818	0,1786	0,1755	0,1725	0,1694	0,1665



Продолжение таблицы А.1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-85	0,2321	0,2281	0,2242	0,2203	0,2170	0,2130	0,2091	0,2060	0,2020	0,1985
-84	0,2757	0,2711	0,2664	0,2619	0,2574	0,2530	0,2487	0,2445	0,2403	0,2362
-83	0,3270	0,3215	0,3161	0,3108	0,3055	0,3004	0,2953	0,2903	0,2853	0,2805
-82	0,3871	0,3807	0,3743	0,3681	0,3619	0,3559	0,3499	0,3441	0,3383	0,3326
-81	0,4575	0,4499	0,4425	0,4352	0,4280	0,4209	0,4139	0,4071	0,4003	0,3937
-80	0,5397	0,5309	0,5222	0,5137	0,5053	0,4970	0,4888	0,4808	0,4729	0,4651
-79	0,6356	0,6254	0,6152	0,6058	0,5955	0,5858	0,5763	0,5669	0,5577	0,5486
-78	0,7474	0,7354	0,7236	0,7120	0,7006	0,6894	0,6783	0,6674	0,6566	0,6460
-77	0,8773	0,8634	0,8497	0,8363	0,8230	0,8099	0,7970	0,7843	0,7718	0,7595
-76	1,0282	1,0121	0,9962	0,9806	0,9651	0,9499	0,9350	0,9202	0,9057	0,8914
-75	1,2032	1,1845	1,1660	1,1479	1,1300	1,1125	1,0951	1,0780	1,0611	1,0446
-74	1,4657	1,3841	1,3627	1,3417	1,3211	1,3007	1,2806	1,2608	1,2414	1,2221
-73	1,6397	1,6147	1,5901	1,5659	1,5420	1,5185	1,4952	1,4724	1,4498	1,4276
-72	1,9098	1,8811	1,8527	1,8247	1,7971	1,7699	1,7431	1,7168	1,6907	1,6650
-71	2,2212	2,1880	2,1553	2,1231	2,0913	2,0600	2,0291	1,9986	1,9686	1,9390

Продолжение таблицы А.1.

Температура, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-70	2,5794	2,5412	2,5037	2,4666	2,4300	2,3940	2,3585	2,3234	2,2889	2,2547
-69	2,9911	2,9473	2,9041	2,8616	2,8195	2,7781	2,7372	2,6970	2,6572	2,6180
-68	3,4635	3,4133	3,3638	3,3150	3,2667	3,2192	3,1724	3,1261	3,0805	3,0355
-67	4,0049	3,9474	3,8907	3,8348	3,7795	3,7250	3,6714	3,6184	3,5660	3,5144
-66	4,6245	4,5588	4,4939	4,4299	4,3667	4,3044	4,2429	4,1822	4,1223	4,0633
-65	5,3327	5,2576	5,1835	5,1103	5,0381	4,9669	4,8966	4,8227	4,7587	4,6912
-64	6,1410	6,0554	5,9708	5,8873	5,8049	5,7236	5,6433	5,5642	5,4860	5,4088
-63	7,0427	6,9648	6,8685	6,7734	6,6794	6,5867	6,4952	6,4049	6,3158	6,2279
-62	8,1114	8,0004	7,8907	7,7824	7,6756	7,5700	7,4659	7,3630	7,2616	7,1614
-61	9,3042	9,1780	9,0533	8,9303	8,8088	8,6888	8,5703	8,4534	8,3379	8,2240
-60	10,659	10,516	10,374	10,234	10,096	9,9600	9,8258	9,6926	9,5613	9,4320
-59	12,195	12,033	11,873	11,714	11,557	11,403	11,250	11,100	10,951	10,804
-58	13,935	13,752	13,570	13,391	13,213	13,038	12,866	12,695	12,326	12,359
-57	15,905	15,697	15,492	15,288	15,088	14,890	14,694	14,501	14,310	14,122
-56	18,131	17,896	17,633	17,434	16,208	16,984	16,763	16,544	16,329	16,115

Продолжение таблицы А.1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-55	20,642	20,378	20,115	19,857	19,601	19,349	19,089	18,852	18,609	18,369
-54	23,476	23,177	22,882	22,591	22,302	22,017	21,736	21,458	21,182	20,911
-53	26,677	26,330	25,998	25,670	25,345	25,024	24,707	24,394	24,084	23,778
-52	30,256	29,878	29,504	29,135	28,770	28,409	28,052	27,700	27,352	27,007
-51	34,291	33,866	33,446	33,030	32,621	32,215	31,814	31,418	31,026	30,639
-50	38,820	38,343	37,871	37,405	36,945	36,490	36,039	35,595	35,155	34,720
-49	43,897	43,363	42,835	42,313	41,797	41,286	40,782	40,282	39,789	39,301
-48	49,587	48,989	48,397	47,812	47,234	46,662	46,096	45,538	44,985	44,438
-47	55,953	55,283	54,622	53,968	53,321	52,681	52,048	51,423	50,804	50,192
-46	63,069	62,322	61,582	60,851	60,127	59,413	58,705	58,005	57,314	56,630
-45	71,017	70,182	69,357	68,540	67,733	66,984	66,144	65,363	64,590	63,825
-44	79,884	78,963	78,032	77,121	76,220	75,329	74,448	73,576	72,714	71,861
-43	89,766	88,728	87,703	86,687	85,684	84,691	83,709	82,737	81,775	80,824
-42	100,76	99,610	98,475	97,340	96,225	95,120	94,024	92,939	91,873	90,817
-41	113,00	111,72	110,46	109,20	107,96	106,73	105,51	104,31	103,11	101,93

Продолжение таблицы А.1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-40	126,61	126,18	123,77	122,38	121,00	119,62	118,27	116,94	115,62	114,31
-39	141,71	140,12	138,56	137,01	135,48	133,96	132,46	130,97	129,50	128,05
-38	158,46	156,70	154,97	153,25	151,55	149,87	148,21	146,56	144,92	143,31
-37	177,02	175,08	173,16	171,25	169,37	167,50	165,66	163,83	162,02	160,24
-36	197,58	195,43	193,30	191,20	189,10	187,04	185,00	182,98	180,97	178,99
-35	220,31	217,94	215,58	213,25	210,94	208,67	206,40	204,16	201,94	199,75
-34	245,45	242,82	240,22	237,64	235,09	232,57	230,07	227,59	225,15	222,72
-33	273,20	270,30	267,43	264,50	261,77	258,98	256,22	253,48	250,78	248,10
-32	303,81	300,62	297,45	294,31	291,21	288,13	285,08	282,07	279,08	276,12
-31	337,57	334,04	330,25	327,10	323,67	320,29	316,92	313,60	310,31	307,04
-30	374,74	370,87	367,03	363,22	359,45	355,72	352,02	348,35	344,72	341,13
-29	415,70	411,40	407,20	403,00	398,80	394,70	390,70	386,60	382,60	378,70
-28	460,70	456,00	451,30	446,70	442,20	437,60	433,20	428,70	424,30	420,00
-27	510,1	504,9	499,8	494,8	489,8	484,8	479,9	475,0	470,2	465,4
-26	564,4	558,7	553,1	547,6	542,1	536,6	531,2	525,9	520,6	515,3

Продолжение таблицы А.1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-25	623,9	617,7	611,6	605,5	599,4	593,5	587,5	581,7	575,9	570,1
-24	689,2	682,4	675,7	669,0	662,4	655,8	649,3	642,9	636,5	630,2
-23	760,7	753,2	745,9	738,6	731,3	724,1	717,0	710,0	703,0	696,1
-22	838,9	830,8	822,7	814,7	806,8	798,9	791,2	783,4	775,8	768,2
-21	924,5	915,6	906,8	899,0	889,4	880,8	872,3	863,8	855,5	847,2
-20	1018	1008	998,6	989,1	979,6	970,2	961,0	951,7	942,6	933,5
-19	1120	1110	1099	1089	1078	1068	1058	1048	1038	1028
-18	1232	1220	1209	1197	1186	1175	1164	1153	1142	1131
-17	1353	1341	1328	1316	1303	1291	1279	1267	1255	1243
-16	1486	1472	1458	1445	1431	1418	1405	1392	1379	1366
-15	1630	1615	1600	1585	1571	1556	1542	1528	1513	1499
-14	1787	1770	1754	1738	1722	1707	1691	1675	1660	1645
-13	1957	1940	1922	1905	1887	1870	1853	1836	1820	1803
-12	2143	2124	2104	2086	2067	2048	2030	2011	1993	1975
-11	2344	2323	2303	2282	2262	2241	2221	2201	2182	2162

Продолжение таблицы А.1.

Температура, °С	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-10	2563	2540	2518	2495	2473	2451	2429	2408	2386	2365
-9	2800	2775	2751	2727	2703	2679	2655	2632	2609	2586
-8	3057	3080	3004	2977	2951	2926	2900	2875	2849	2824
-7	3335	3306	3277	3249	3221	3194	3165	3138	3110	3083
-6	3636	3605	3574	3543	3513	3482	3462	3423	3393	3364
-5	3962	3928	3895	3061	3828	3796	3763	3731	3699	3667
-4	4314	4277	4241	4205	4170	4134	4099	4064	4030	3996
-3	4694	4655	4616	4577	4539	4500	4462	4425	4388	4351
-2	5105	5063	5020	4979	4937	4896	4855	4814	4774	4734
-1	5548	5502	5457	5412	5367	5322	5278	5235	5191	5148
0	6027	5977	5928	5879	5831	5783	5735	5688	5641	5595
+0	6030	6075	6120	6166	6211	6256	6302	6347	6392	6737
+1	6483	6531	6579	6627	6675	6724	6772	6820	6868	6916
+2	6965	7016	7068	7119	7170	7222	7273	7325	7376	7428
+3	7479	7534	7589	7643	7698	7753	7808	7862	7916	7972

Продолжение таблицы А.1.

Температура, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
+4	8027	8085	8143	8201	8259	8318	8376	8434	8492	8550
+5	8609	8671,3	8733,4	8795,5	8857	8919	8981	9044	9106	9168
+6	9230	9295	9361	9426	9492	9557	9623	9688	9754	9820
+7	9885	9955	10025	10095	10165	10236	10306	10376	10446	10516
+8	10586	10660	10735	10809	10884	10958	11032	11106	11181	11235
+9	11329	11408	11487	11566	11645	11724	11802	11881	11960	12039
+10	12117	12200	11283	12366	12449	12532	12615	12698	12781	12864
+11	12747	13036	13126	13212	13305	13394	13484	13573	13663	13752
+12	13842	13935	14028	14122	14215	14309	11402	14495	14589	14682
+13	14776	14876	14976	15076	15176	15276	15376	15476	15576	15676
+14	15776	15881	15986	16092	16197	16302	16407	16512	16618	16725

## Значения Z при давлении P, МПа

Таблица А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-70	0,92311	0,93051	0,93793	0,94533	0,95274	0,96015	0,96802	0,97590	0,98377	0,99164
-69	0,92426	0,93156	0,93886	0,94615	0,95345	0,96075	0,96850	0,97626	0,98401	0,99176
-68	0,92540	0,93259	0,93978	0,94698	0,95417	0,96136	0,96899	0,97662	0,98425	0,99188
-67	0,92655	0,93368	0,94071	0,94780	0,95488	0,96196	0,96947	0,97699	0,98450	0,99201
-66	0,92770	0,93467	0,94164	0,94862	0,95559	0,96256	0,96995	0,97735	0,98474	0,99213
-65	0,92885	0,93571	0,94257	0,94944	0,95630	0,96316	0,97043	0,97770	0,98498	0,99226
-64	0,92999	0,93675	0,94350	0,95026	0,95701	0,96377	0,97092	0,97807	0,98522	0,99237
-63	0,93114	0,93779	0,94443	0,95107	0,95772	0,96437	0,97140	0,97843	0,98546	0,99249
-62	0,93229	0,93883	0,94536	0,95190	0,95843	0,96497	0,97188	0,97879	0,98570	0,99261
-61	0,93343	0,93986	0,94629	0,95272	0,95915	0,96558	0,97237	0,97916	0,98595	0,99274
-60	0,93458	0,94090	0,94722	0,95354	0,95986	0,96618	0,97285	0,97952	0,98619	0,99286
-59	0,93551	0,94174	0,94797	0,95419	0,96042	0,96665	0,97323	0,97981	0,98639	0,99297
-58	0,93643	0,94257	0,94871	0,95484	0,96098	0,96712	0,97361	0,98009	0,98658	0,99307
-57	0,93736	0,94341	0,94945	0,95550	0,96154	0,96759	0,97397	0,98038	0,98678	0,99318



Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-56	0,93828	0,94423	0,95019	0,95614	0,96210	0,96806	0,97436	0,98067	0,98697	0,99327
-55	0,93921	0,94507	0,95093	0,95680	0,96266	0,96853	0,97474	0,98096	0,98717	0,99338
-54	0,94014	0,94591	0,95168	0,95745	0,96322	0,96899	0,97511	0,98124	0,98736	0,99348
-53	0,94106	0,94674	0,95242	0,95810	0,96378	0,96946	0,97549	0,98153	0,98756	0,99359
-52	0,94199	0,94758	0,95317	0,95875	0,96434	0,96993	0,97587	0,98181	0,98775	0,99369
-51	0,94291	0,94841	0,95391	0,95940	0,96490	0,97040	0,97625	0,98210	0,98795	0,99380
-50	0,94384	0,94925	0,95465	0,96006	0,96546	0,97087	0,97663	0,98238	0,98814	0,99390
-49	0,94460	0,94994	0,95529	0,96063	0,96598	0,97132	0,97698	0,98263	0,98829	0,99395
-48	0,94537	0,95065	0,95593	0,96120	0,96648	0,97176	0,97732	0,98287	0,98843	0,99399
-47	0,94613	0,95135	0,95656	0,96179	0,96699	0,97221	0,97767	0,98312	0,98858	0,94404
-46	0,94689	0,95204	0,95719	0,96235	0,96750	0,97265	0,97801	0,98336	0,98872	0,99408
-45	0,94766	0,95275	0,95784	0,96292	0,96801	0,97310	0,97836	0,98361	0,98887	0,99413
-44	0,94842	0,95344	0,95847	0,96349	0,96852	0,97354	0,97870	0,98385	0,98902	0,99419
-43	0,94918	0,95414	0,95904	0,96407	0,96902	0,97399	0,97905	0,98410	0,98916	0,99422
-42	0,94994	0,95484	0,95974	0,96463	0,96953	0,97443	0,97939	0,98435	0,98931	0,99427

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-41	0,95071	0,95554	0,96038	0,96521	0,97005	0,97488	0,97974	0,98459	0,98945	0,99431
-40	0,95147	0,95624	0,96101	0,96578	0,97055	0,97532	0,98008	0,98484	0,98960	0,99436
-39	0,95214	0,95684	0,96155	0,96625	0,97096	0,97566	0,98036	0,98505	0,98975	0,99445
-38	0,95280	0,95744	0,96208	0,96671	0,97135	0,97599	0,98063	0,98526	0,98990	0,99453
-37	0,95347	0,95804	0,96261	0,96719	0,97176	0,97633	0,98090	0,98548	0,99005	0,99462
-36	0,95413	0,95864	0,96314	0,96765	0,97215	0,97666	0,98117	0,98569	0,99020	0,99471
-35	0,95480	0,95924	0,96368	0,96811	0,97255	0,97699	0,98144	0,98589	0,99034	0,99480
-34	0,95547	0,95984	0,96421	0,96859	0,97296	0,97733	0,98172	0,98610	0,99049	0,99488
-33	0,95613	0,96044	0,96475	0,96905	0,97336	0,97767	0,98199	0,98632	0,99064	0,99497
-32	0,95673	0,96104	0,96530	0,96950	0,97370	0,97800	0,98226	0,98653	0,99079	0,99505
-31	0,95746	0,96164	0,96581	0,96999	0,97416	0,97834	0,98254	0,98674	0,99094	0,99514
-30	0,95813	0,96224	0,96635	0,97045	0,97456	0,97867	0,98281	0,98694	0,99108	0,99523
-29	0,95861	0,96268	0,96674	0,97081	0,97487	0,97894	0,98304	0,98713	0,99123	0,99534
-28	0,95908	0,96311	0,96714	0,97116	0,97519	0,97922	0,98327	0,98733	0,99138	0,99545
-27	0,95956	0,96355	0,96753	0,97152	0,97550	0,97949	0,98350	0,98752	0,99153	0,99556

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-26	0,96004	0,96398	0,96793	0,97187	0,97582	0,97976	0,98374	0,98771	0,99169	0,99567
-25	0,96052	0,96442	0,96833	0,97223	0,97614	0,98004	0,98397	0,98791	0,99184	0,99578
-24	0,96099	0,96485	0,96872	0,97258	0,97645	0,98031	0,98420	0,98810	0,99199	0,99589
-23	0,96147	0,96529	0,96911	0,97294	0,97676	0,98058	0,98447	0,98835	0,99214	0,99600
-22	0,96195	0,96573	0,96951	0,97329	0,97707	0,98085	0,98466	0,98848	0,99229	0,99611
-21	0,96242	0,96616	0,96990	0,97365	0,97739	0,98113	0,98490	0,98868	0,99245	0,99622
-20	0,96290	0,96660	0,97030	0,97400	0,97770	0,98140	0,98513	0,98887	0,99260	0,99633
-19	0,96334	0,96700	0,97066	0,97432	0,97798	0,98164	0,98532	0,98901	0,99269	0,99637
-18	0,96378	0,96740	0,97102	0,97464	0,97826	0,98188	0,98551	0,98915	0,99278	0,99641
-17	0,96422	0,96780	0,97138	0,97496	0,97854	0,98212	0,98571	0,98930	0,99287	0,99645
-16	0,96466	0,96820	0,97174	0,97528	0,97882	0,98236	0,98589	0,98943	0,99296	0,99649
-15	0,96510	0,96860	0,97210	0,97560	0,97910	0,98260	0,98608	0,98957	0,99305	0,99653
-14	0,96554	0,96900	0,97246	0,97592	0,97938	0,98284	0,98627	0,98971	0,99314	0,99657
-13	0,96598	0,96940	0,97282	0,97624	0,97966	0,98308	0,98646	0,98985	0,99323	0,99661
-12	0,96642	0,96988	0,97324	0,97660	0,97996	0,98332	0,98665	0,98999	0,99332	0,99665

Продолжение таблицы А.2.

Температура, °С	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
-11	0,96686	0,97020	0,97356	0,97682	0,98028	0,98356	0,98684	0,99013	0,99341	0,99669
-10	0,96730	0,97060	0,97390	0,97720	0,98050	0,98380	0,98703	0,99027	0,99350	0,99673
-9	0,96770	0,97095	0,97420	0,97746	0,98071	0,98396	0,98716	0,99036	0,99356	0,99675
-8	0,96810	0,97130	0,97450	0,97771	0,98091	0,98411	0,98728	0,99044	0,99361	0,99677
-7	0,96850	0,97165	0,97481	0,97796	0,98112	0,98427	0,98740	0,99053	0,99366	0,99679
-6	0,96890	0,97200	0,97511	0,97821	0,98132	0,98445	0,98752	0,99062	0,99372	0,99682
-5	0,96930	0,97236	0,97541	0,97847	0,98152	0,98458	0,98765	0,99071	0,99378	0,99684
-4	0,96970	0,97271	0,97571	0,97872	0,98172	0,98473	0,98776	0,99080	0,99383	0,99686
-3	0,97010	0,97303	0,97602	0,97897	0,98193	0,98489	0,98789	0,99089	0,99385	0,99680
-2	0,97050	0,97341	0,97632	0,97922	0,98213	0,98504	0,98801	0,99097	0,99394	0,99691
-1	0,97090	0,97376	0,97662	0,97948	0,98234	0,98520	0,98813	0,99107	0,99400	0,99693

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ До- кум.	Входя- щий № сопров. докум. и дата	Под- пись	Дата
	изме- нен- ных	замене- нных	но- вых	изъя- тых					