

огнетушащими жидкостными составами на объектах добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-39-00003).

### Литература

7. Dehaeck S., Van Parys H., Hubin A., Van Beeck J. P. A. J. Laser marked shadowgraphy: a novel optical planar technique for the study of microbubbles and droplets // *Experiments in Fluids*. – 2009. – Vol. 47. – Iss. 2. – Pp. 333–341, doi: 10.1007/s00348-009-0668-8.
8. Dmitrienko M. A., Zhdanova A. O., Nyashina G. S. The characteristics of water droplet evaporation in the flames of various flammable liquids // *MATEC Web of Conferences*. – 2015. – Vol. 23. – Article number 01066, doi 10.1051/mateconf/20152301066.
9. Foucaut J. M., Stanislas M. Some considerations on the accuracy and frequency response of some derivative filters applied to particle image velocimetry vector fields // *Measurement Science and Technology*. – 2002. – Vol. 13. – Pp. 1058–1071.
10. Kreizer M., Ratner D., Liberzon A. Real time image processing for particle tracking velocimetry // *Experiments in Fluids*. – 2010. Vol. 48. – Pp. 105–110.
11. Stepanov E. Yu., Maslov V. P., Zakharov D. L. A stereo PIV system for measuring the velocity vector in complex gas flows // *Measurement Techniques*. – 2009. – Vol. 52. – No. 6. – Pp. 626–631, doi: 10.1007/s11018-009-9318-z.

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ГЕОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ АРКТИКИ**

**Ю.К. Атрошенко**

Научный руководитель профессор П.А. Стрижак

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

### **Введение**

Сегодня Арктика является одним из перспективных направления освоения с целью развития добычи природных ресурсов. Арктика представляет собой богатейший регион по количеству энергетических ресурсов, в том числе по запасам нефти. Развитие Арктики в России сегодня является одним из приоритетных направлений, однако, его реализация требует значительных объемов инвестиций. Это связано, прежде всего, с необходимостью реализации комплексного и системного подхода к вопросам освоения Арктики. Развитие арктических регионов затрудняется относительно слабо развитой инфраструктурой, что обуславливает важность целенаправленного освоения региона [1, 3]. Процесс освоения связан с использованием высокотехнологичной техники и машин, выполнения сложных технологических процессов. Качество и безопасность технологических процессов в значительной степени определяется метрологическим обеспечением [2, 4].

### **Постановка задачи**

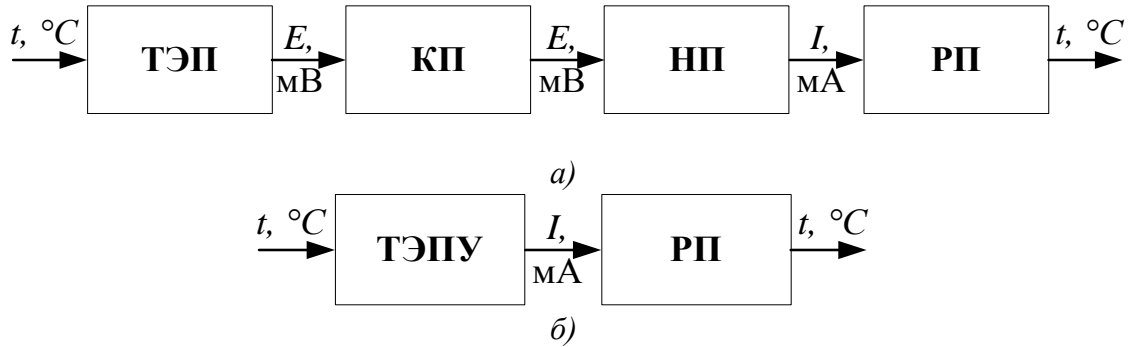
Погрешность измерения температуры с помощью информационно-измерительных систем, включающих  $n$  измерительных устройств, определяется выражением:

**СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ.  
СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ  
АРКТИКИ**

$$\gamma_{ис} = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \dots + \lambda_n^2}, \quad (1)$$

где  $\gamma_i$  – приведенная погрешность измерения  $i$ -м измерительным устройством системы.

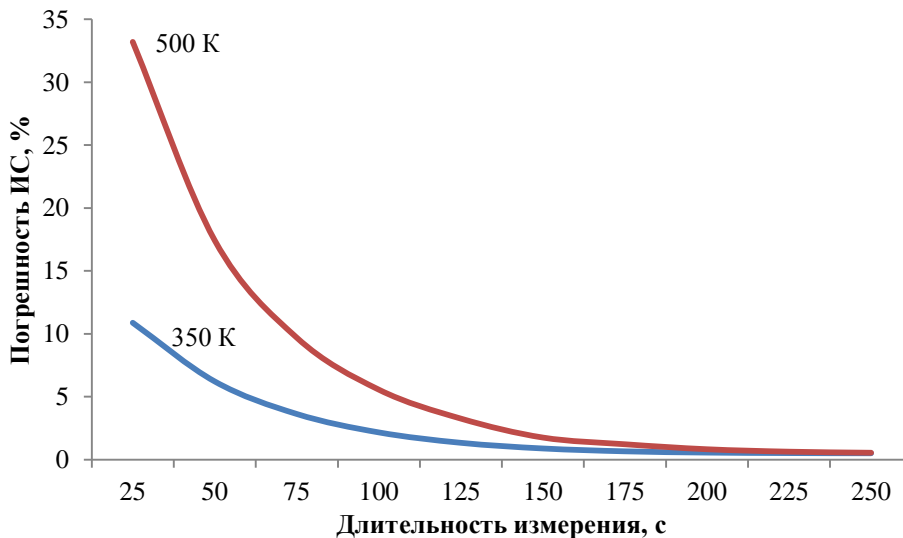
На рисунке 1 приведены структурные схемы типовых измерительных систем температуры.



**Рис.1. Структурные схемы измерительных систем температуры: ТЭП – термоэлектрический преобразователь; КП – компенсационные провода; 3 – нормирующий преобразователь; РП – регистрирующий прибор; ТЭПУ – термоэлектрический преобразователь с унифицированным выходным сигналом**

При фиксированных значениях погрешности регистрирующего и передающего оборудования точность измерения температуры с помощью системы будет определяться показателями погрешности первичных датчиков – термоэлектрических преобразователей.

В случае поверхностных измерений определяющее влияние на погрешность измерения температуры будет иметь контакт датчика с объектом измерения [4].



**Рис.2. Зависимость погрешности измерения температуры измерительными системами**

**Результаты исследований и их обсуждение**

На основе результатов исследований определены погрешности измерения температуры измерительными системами, включающими термоэлектрический преобразователь с унифицированным выходным сигналом и регистрирующий

преобразователь класса точности 0,25. Видно (рис. 2), что обоснованный выбор длительности выполнения измерения в условиях наличия воздушного зазора позволяет получить требуемый уровень точности измерений температуры.

### **Заключение**

Проанализированы схемы измерительных систем температуры, используемых в системах контроля и управления процессами, выполнен расчет погрешности измерительных систем в условиях наличия воздушного зазора между объектом измерения и первичным преобразователем.

### **Литература**

1. Игумнова Т.Н., Корелкин А.Ю. Инвестиции в Арктику: планы и перспективы // Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Том 3. – 2015. – 164 с.
2. Кочарян С.А., Пронин А.Н. Особенности и современное состояние обеспечения единства гидрологических измерений // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Метрология гидроакустических измерений». – 2013. – С. 174–196.
3. Селин В.С., Российская Арктика: современные проблемы и перспективы развития // Журнал экономических реформ. – 2014. – № 3 (15). – С. 134-144.
4. Atroshenko Y.K., Strizhak P.A., Yashutina O.S. Determination of Necessary Time of Measurements of Surface Thermocouple Depending on Conditions of Technological Process // EPJ Web of Conferences. – 2014. – 01061.

## **НЕОБХОДИМЫЕ И ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК ТИПА ORMAT В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

**А.С. Бек**

Научный руководитель инженер-исследователь О.В. Высокоморная

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия*

Энергообеспечение промышленных предприятий является важнейшим фактором бесперебойного и эффективного их функционирования [4]. Основной проблемой при введении новых энергопотребителей в удаленных от централизованной энергосистемы районах, является поиск экономически выгодного источника энергоснабжения [2, 3]. Зачастую проблема снабжения энергией удалённых промышленных объектов решается с применением автономных энергоисточников. В частности, для обеспечения функционирования вспомогательного оборудования (крановые узлы, пункты телемеханики и др.) магистральных газопроводов в России успешно используются мини-ТЭС малой мощности с замкнутым термодинамическим циклом. Однако их эксплуатации в суровых климатических условиях характеризуются значительными перепадами температур воздуха, что может привести к нерегламентированным отказам в работе мини-ТЭС (тепловых электрических станций), связанных, в частности, с несоответствием температуры рабочего вещества (органическая жидкость), используемого в термодинамическом цикле, проектным значениям. Указанное несоответствие зачастую является причиной отказа мини-ТЭС вследствие высокой