
Фоточувствительные приборы и системы мониторинга для развития Крайнего Севера



С. С. Татаурщикова,
*к. т. н., доцент,
зам. генерального
директора по научной работе,
АО «ЦНИИ «Электрон»
s.tataurshchikov@niielectron.ru*



В. А. Минкин,
*начальник отдела,
АО «ЦНИИ «Электрон»
minkin@elsys.ru*



О. А. Трошичев,
*д. ф.-м. н., профессор, главный
научный сотрудник,
Арктический и Антарктический
научно-исследовательский
институт
olegtro@aari.ru*

В статье показана необходимость при освоении Арктической зоны РФ иметь надежную аппаратуру связи и навигации при экстремальных условиях среды. Для решения этих (и не только этих) проблем базовый научный центр по «Фотонике» АО «ЦНИИ «Электрон» предлагает свои инновационные разработки фотоэлектронных устройств и приборов и приглашает другие организации к сотрудничеству.

Ключевые слова: Арктика, космическая погода, фотоника, инновации, геофизическая обстановка, фото-приемное устройство.

Введение

«Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 г.» предусматривает развитие системы мониторинга геофизической обстановки в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) с целью минимизации воздействия экстремальных геофизических явлений (естественного и искусственного происхождения) на среду обитания человека, включая системы связи и навигации, транспортную и энергетическую инфраструктуру, а также обеспечение функционирования Северного морского пути и безопасности транзитных и трансполярных воздушных маршрутов в Арктике. В статье кратко описываются принципы и возможности получения фото и видео изображений, а также возможные пути минимизации негативных эффектов воздействия космической погоды и современное состояние проблемы геофизического мониторинга в АЗРФ.

1. Разработка отечественных фотоувствительных систем

АО «ЦНИИ «Электрон» — базовый научный центр, ведущее предприятие России по разработке и производству фотоэлектронных приборов и устройств.

Основными направлениями деятельности ЦНИИ «Электрон» являются:

- разработка и производство твердотельных матричных и линейных фотоэлектронных телевизионных приборов от УФ до ИК-областей спектра;
- создание комплексированных изделий на основе производимых ФППЗ для УФ, видимой и ИК-областях спектра;
- разработка и производство вакуумных фотоэлектронных приборов, таких как фотоумножители (ФЭУ), видиконы, рентгеновские трубки с фотокатодом;
- разработка и производство гибридных и сочлененных фотоэлектронных приборов;
- разработка и изготовление нестандартного технологического и измерительного оборудования;
- испытание телевизионных фотоэлектронных приборов в соответствии с ГОСТ.

Изготавливаемые приборы используются в телевизионных камерах прикладного телевидения, для наблюдения и обзора в местах ограниченного доступа персонала (атомные станции, реакторы и т. д.). Также приборы ЦНИИ «Электрон» широко используются:

- в космических системах;
- в ядерной физике, физике высоких энергий и т. д.;
- в фото- и спектрометрии слабых световых потоков;
- в экологии, биофизике, медицине и т. д.;
- геологии и геофизике.

На «Экономическом форуме» в Санкт-Петербурге (2018 г.) наше предприятие участвовало в работе секции «Освоение северных земель РФ», где мы и познакомились с представителями ГНЦ РФ «ААНИИ» и его Полярного геофизического центра. Они докладывали

о своих проблемах, а мы о своих разработках и о том, что на нашей базе создается Технопарк «Фотоника». Применение накопленного опыта может быть использовано для реализации крайне необходимых решений в АЗРФ, а именно:

- системы определения толщины снега на льду;
- системы определения толщины льда на воде;
- системы определения толщины пленки нефти на воде, льду или снегу;
- телевизионные камеры для наблюдения в условиях задымленности и повышенных температур (при пожарах);
- определение мест захоронения животных (скотомогильников).

Примером такой телевизионной камеры является одна из последних разработок ЦНИИ «Электрон» ФПУ 1024М, изготовленная по заказу Минпромторга РФ и приведенная на рисунке.

Отличительной особенностью применяемых для этих задач фотоприемных устройств является их высокие эксплуатационные характеристики: повышенная устойчивость к механо-климатическим воздействиям, высокие надежность и ресурс работы (безотказность, ресурс работы и т. д.), а также требуемая стойкость к ионизирующему излучению. Такие характеристики выпускаемых изделий возможны к реализации только на предприятиях, обладающих современными инновационными технологиями.

Но, конечно, для конкретных задач освоения крайнего севера потребуется определенная переработка имеющихся продуктов и систем, которая может быть проведена совместно с Полярным геофизическим центром при ГНЦ РФ «ААНИИ».

2. Мониторинг геофизической обстановки

В ходе взаимодействия магнитного поля Земли с солнечным ветром (потоками солнечной плазмы, непрерывно излучаемой Солнцем в межпланетное пространство) в космическом пространстве вблизи Земли формируется магнитосфера — область, контролируемая земным магнитным полем. Параметры солнечного ветра (скорость и плотность солнечной плазмы и переносимое этой плазмой магнитное поле) определяются процессами на Солнце и непрерывно меняются во времени и в пространстве. В соответствии с этим изменениями, которые называют «космической погодой», меняется и сила воздействия солнечного ветра на магнитосферу Земли. Одним из основных аспектов «космической погоды», воздействующих на жизнедеятельность человека, являются магнитно-ионосферные возмущения — сильные отклонения параметров ионосферы и магнитного поля от регулярного уровня.

Интенсивные магнито-ионосферные возмущения оказывают критическое воздействие на работу связанных и радиолокационных систем, приводят к нарушениям в работе энергетических, коммуникационных систем и трубопроводов. Таким образом, мониторинг и прогноз космической погоды является важной государственной проблемой, которая может быть решена только при условии адекватной информации о состоянии



**Устройство фотоприемное унифицированное
ФПУ-1024М**

околоземной среды и знания механизмов возмущений в этой среде.

Полярный геофизический центр при ГНЦ РФ «АНИИ» был создан в 2013 г., как информационно-аналитический центр геофизического мониторинга Росгидромета, для выполнения задач по сбору, обработке, анализу и представлению в систему мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации (далее – Система МГФО РФ) данных магнитных и ионосферных наблюдений в Арктике и Антарктике.

Магнито-ионосферные возмущения достигают максимальной интенсивности в авроральной зоне, куда в возмущенные периоды вторгаются мощные потоки ускоренных (авроральных) частиц. В результате этих вторжений (визуальным проявлением которых являются полярные сияния) проводимость ионосферы резко повышается и в авроральной зоне (полоса геомагнитных широт от 60 до 70°) генерируются интенсивные ионосферные токи, ответственные за сильные магнитные возмущения (магнитосферные суббури). Во время экстремально сильных суббурь авроральная зона расширяется к экватору и ее южная граница может достигать 50° географической широт.

Высокоширотная сеть геофизических наблюдений Росгидромета в Арктике включает 11: Ловозеро, Амдерма, Салехард, Диксон, Тикси, Певек, Баренцбург, о. Хейса, о. Визе, о. Известий, мыс Баранова. В высокоширотную сеть включена также геофизическая станция Горьковская, (расположенная вблизи Санкт-Петербурга), которая служит экспериментальной базой отдела геофизики АНИИ. На станции Горьковская ведутся регулярные магнитные и ионосферные наблюдения, проводится отладка аппаратуры и новых методов исследований. Станция Горьковская является одним из основных пунктов дистанционного контроля эффектов антропогенного воздействия на полярную ионосферу.

Магнитные, риометрические и ионосферные наблюдения, выполняемые на сети арктических станций являются основой системы мониторинга геофизической обстановки в АЗРФ. По данным магнитных наблюдений ведется мониторинг магнитных возмущений в авроральной зоне и контролируется развитие магнитосферных суббурь (AL индекс). Риометрические наблюдения, характеризующие степень поглощения

космического радиоизлучения в нижней ионосфере (D слой), позволяют судить о степени и характере воздействия высокоэнергичных частиц на полярную ионосферу. Данные геофизических наблюдений на сети арктических станций поступают в режиме реального времени в Полярный геофизический центр, где они оперативно обрабатываются, анализируются и передаются заинтересованным потребителям.

Таким образом, в Полярном геофизическом центре при ГНЦ РФ «АНИИ» успешно работает многофункциональный комплекс, включающий: систему оперативного сбора геофизических данных с удаленных арктических станций, систему дистанционного контроля и управления измерительными геофизическими комплексами на этих станциях, систему приема, первичной обработки, контроля качества непрерывно поступающей в АНИИ геофизической информации, систему архивации данных, систему управления базой геофизических данных, систему оперативного анализа и визуализации данных геофизических наблюдений в Арктике. Планируется, что помимо мониторинга космической погоды и текущего прогноза состояния магнитосферы, Полярный геофизический центр будет ориентирован на решение задач, связанных с хозяйственным освоением Севера, таких как:

- обеспечение устойчивой радиосвязи (выбор оптимальных радиочастот) по трассе Северного морского пути;
- обеспечение точности направленного бурения разведочных и промысловых скважин в районах нефте- и газодобычи в арктической зоне;
- обеспечение точности геолого-геофизического картирования в морях Северного Ледовитого океана.

Заключение

При получении необходимых инвестиций консорциум предприятий ОПК совместно с Росгидрометом способен обеспечить решение актуальных задач, стоящих при освоении АЗРФ.

Photosensitive devices and monitoring systems for the development of Far North

S. S. Tataurschikov, PhD, deputy director general for science, NRI «Electron».

V. A. Minkin, chief of department, NRI «Electron».

O. A. Troshichev, doctor of physics and mathematics, professor, Arctic & Antarctic research institute.

The article shows the necessity to have reliable communication and navigation equipment under extreme environmental conditions when developing the Arctic zone of the Russian Federation. The Basic Research Center on Photonics, National Research Institute JSC «Electron» offers its innovative developments of photoelectronic devices and systems and invites other organizations to cooperate.

Keywords: Arctic, space weather, photonics, innovation, geophysical situation, photodetector.