

Давыдов В.С., Ильин О.Ю., Филатов Г.А.

ОБ УМЕНЬШЕНИИ ВЛИЯНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ГИДРОМЕТЕОУСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЪЕМКИ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ

В статье приведен краткий анализ влияния неблагоприятных гидрометеорологических условий на безопасность судоходства и эффективность оптико-электронного наблюдения морских объектов с космических аппаратов. Дано краткое описание метода оценки потерь данных оптико-электронного наблюдения, который позволяет повысить эффективность съемки морских объектов из космоса.

Атмосфера и гидросфера Мирового океана на протяжении всего времени мореплавания оказывали существенное влияние на безопасность судоходства. Сильные шторма и ураганы, сложные ледовые условия плавания значительно снижают эффективность торгового мореплавания, особенно перевозок грузов судами смешанного «река-море» плавания, составляющими основу торгового флота Украины. Сложные гидрометеорологические условия также ограничивают проведение погрузочных работ, увеличивают сроки загрузки судов и стояночное время в портах, ограничивают скорость на переходе, снижая тем самым экономическую рентабельность перевозок.

Экстремальное проявление опасных гидрометеорологических явлений приводят к трагическим последствиям. 11 ноября 2007 года явилось «черным воскресеньем» для судов находящимся в Черном и Азовском морях. Под влиянием разрушительного воздействия сильного ветра, скорость которого достигала до 35 м/с и шторма с волнением, высота которого на мелководье Керченского пролива достигала 6-7 метров привело к гибели в течении нескольких часов 4 судов. Пятое судно в этот же день затонуло в Черном море. Еще 11 судов село на мель или было выброшено на берег. Погибло 8 моряков. В 2012 году около 120 судов, в основном смешанного «река-море» плавания, практически в течении месяца находились в ледовом плену в Азовском море.

Оптико-электронное наблюдение с помощью космических аппаратов за экстремальными гидрометеорологическими явлениями и динамикой их развития которое могут осуществлять украинские космические аппараты серии «Січ» может оказать существенную помощь в прогнозировании этих явлений и тем самым уменьшить их влияние на мореплавание. Примеры наблюдения за развитием локальной циклонической деятельности и ледовой обстановкой из космоса приведены на рис. 1,2.

Вместе с тем эффективность наблюдения из космоса за водной акваторией и морскими объектами с помощью низкоорбитальных космических аппаратов в значительной степени зависит от состояния облачности, осадков и туманов, которые экранируют собой снимаемые поверхности. По результатам анализа влияния неблагоприятных гидрометеорологических условий на качество космической съемки установлен пороговый уровень покрытия района наблюдения облачностью, осадками и туманом в 2 балла при котором достигается качественная съемка. Поэтому снижение влияния вышеперечисленных факторов на качество оптико-электронного наблюдения, является важной задачей.

Существующие прогностические методы оценки состояния гидрометеорологических условий в районах съемок обладают низкой точностью и оправдываемостью, что приводит к потерям данных наблюдения, в зависимости от сезона года, от 20% до 70%.



Рис.1. Вид циклона из космоса



Рис.2. Вид ледовых образований

Наиболее оптимальным для повышения точности оценки влияния неблагоприятных гидрометеороусловий в целях определения возможности проведения космической съемки является метод непрерывного уточнения метеорологических данных с использованием схемы Рунге-Кутты, которая представляет собой решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений 2-го порядка точности, к которым сводится расчет траекторий движения частиц по заданному полю их скоростей с фиксированным шагом 0,1 градуса по координатам узлов сетки района (1-3)

$$\Phi(t, \varphi_i, \lambda_j) = \Phi(t_1, \varphi_i, \lambda_j) + \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} [\Phi(t_2, \varphi_i, \lambda_j) - \Phi(t_1, \varphi_i, \lambda_j)]; \quad (1)$$

$$\Phi_\lambda(t, \varphi_k, \lambda_k) = \frac{1}{2h_\lambda R \cos(\varphi_m)} [\Phi(t, \varphi_m, \lambda_{n+1}) - \Phi(t, \varphi_m, \lambda_{n-1})]; \quad (2)$$

$$\Phi_\varphi(t, \varphi_k, \lambda_k) = \frac{1}{2h_\varphi R} [\Phi(t, \varphi_{m+1}, \lambda_n) - \Phi(t, \varphi_{m-1}, \lambda_n)]; \quad (3)$$

где $\varphi_m \lambda_n$ – координаты узлов пространственной сетки;
 $h_\lambda h_\varphi$ – шаг сетки по долготе и широте;
 $\varphi_k \lambda_k$ – координаты локализации воздушных частиц.

Расчет координат воздушных частиц в узлах сетки по известному полю скоростей ведущего потока ветра сводится к решению дифференциальных уравнений (4-5)

$$R \cos(\varphi_k) \frac{d\lambda_k}{dt} = U(t, \varphi_k, \lambda_k); \quad (4)$$

$$R \frac{d\varphi_k}{dt} = V(t, \varphi_k, \lambda_k). \quad (5)$$

Если полученный бал неблагоприятных гидрометеороусловий больше пороговой вероятности от 0 до 2 баллов, то кадр съемки считается бракованным – съемка не производится. Если полученный бал неблагоприятных гидрометеороусловий меньше пороговой вероятности, то кадр считается качественным и происходит съемка района.

Для реализации данного метода разработан алгоритм и предложена структурная схема устройства, реализующего данный метод (рис.3.).

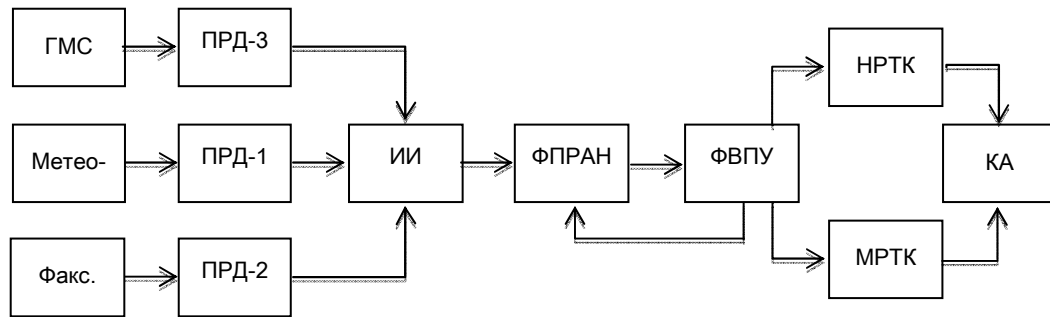


Рис.3. Структурная схема устройства, реализующего метод оценки потерь:

НРТК– наземный радиотехнический комплекс;
 МРТК – морской радиотехнический комплекс;
 ФВПУ– формирователь временной программы управления;
 ФПРАН – формирователь программы работ аппаратуры наблюдения;
 ИИ– интерфейс информационный;
 ПРН – приемник данных;
 ГМС – гидрометеостанция.

В качестве входных данных используются данные метеорологических спутников, факсимильных карт погоды и собственных наблюдений гидрометеорологических станциями судов.

Применение данного метода оценки потерь позволяет значительно повысить эффективность съемки морских районов и объектов из космоса, снизить потери данных наблюдения: при учете только облачности от 28% до 41%; при совместном учете облачности, осадков и тумана от 39% до 48%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология./Зверев А.С. – Л.: Гидрометеиздат.– 1977. – 712 с.
2. Герман М.А. Основы космических методов исследования в метеорологии./Герман М.А. – Л.:Гидрометеиздат,1975.–368 с.
3. Богомья В.І. Методика прогнозирования облачного покрытия. Системи обробки інформації. / Богомья В.І. – Харків: ХВУ, 2002. – №4(20). – С.102 – 104.
4. Космічна система «Січ-2»: Завдання та напрями використання. / Державне космічне агентство України. – К.: ДКАУ, ІАЦ, Спейс-Інформ, 2011, – 48 с.
5. «Азов рыкнул» / Судходство. Международный журнал, №12. – 2007. – С.68.

У статті наведено короткий аналіз впливу несприятливих гідрометеоумов на безпеку судноплавства та ефективність оптико-електронного спостереження морських об'єктів з космічних апаратів. Дано короткий опис методу оцінки втрат даних оптико-електронного спостереження, який дозволяє підвищити ефективність зйомки морських об'єктів з космосу.