

**В. В. Каретников,**  
д-р техн. наук, доцент,  
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

**Ю. Н. Андриюшечкин,**  
канд. техн. наук,  
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЗОН ДЕЙСТВИЯ  
КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ  
СИСТЕМЫ ГЛОНАСС/GPS, УСТАНОВЛЕННЫХ НА РЕКЕ ОБЬ**

**MODELING OF THE TOPOLOGICAL STRUCTURE OF THE ZONES  
OF ACTION OF THE CONTROL-CORRECTING STATIONS DIFFERENTIAL  
SYSTEM GLONASS/GPS INSTALLED ON THE RIVER OB**

*В статье рассматриваются вопросы определения периметров зон действия контрольно-корректирующих станций дифференциальной системы ГЛОНАСС/GPS на р. Обь.*

*In article questions of definition of perimeters of operative ranges of control-corrective stations differential system GLONASS/GPS on the river Ob.*

*Ключевые слова: контрольно-корректирующая станция, дифференциальное поле, подстилающая поверхность, зона действия.*

*Key words: control-corrective stations, differential field, underlying surface, coverage.*

**В** НАСТОЯЩЕЕ время на внутренних водных путях России для осуществления высокоточного позиционирования активно используются локальные дифференциальные подсистемы (ЛДПС) ГНСС ГЛОНАСС/GPS. В таких системах, как правило, корректирующая информация передается пользователем в диапазоне средних волн в полосе частот 283.5–325.0 кГц (рис. 1) [1; 2, с. 34–35].

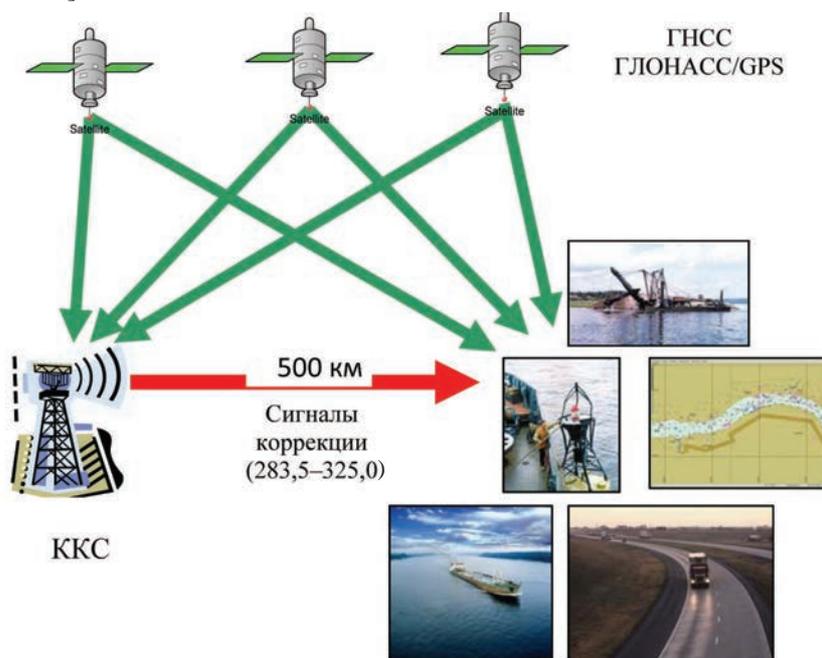


Рис. 1. Принципиальная схема построения локальных дифференциальных подсистем

У специалистов внутреннего водного транспорта особый интерес вызывают вопросы аналитического определения форм периметров зон действия ЛДПС, работающих в СВ-диапазоне, когда передача дифференциальной поправки осуществляется поверхностной волной. Для решения такой задачи достаточно успешно может быть использована аппроксимационная модель, описанная в [3], базирующаяся на сегментационной теореме  $N = \alpha n + \beta m$ . В качестве одного из преимуществ указанной теоремы стоит отметить возможность аппроксимации практически любой поликомпонентной подстилающей поверхности, состоящей более чем из одного однородного участка.

Методика аппроксимации поликомпонентной подстилающей поверхности показана на рис. 2 на примере шестикомпонентной подстилающей поверхности с учетом алгоритма преимущественных двоек.

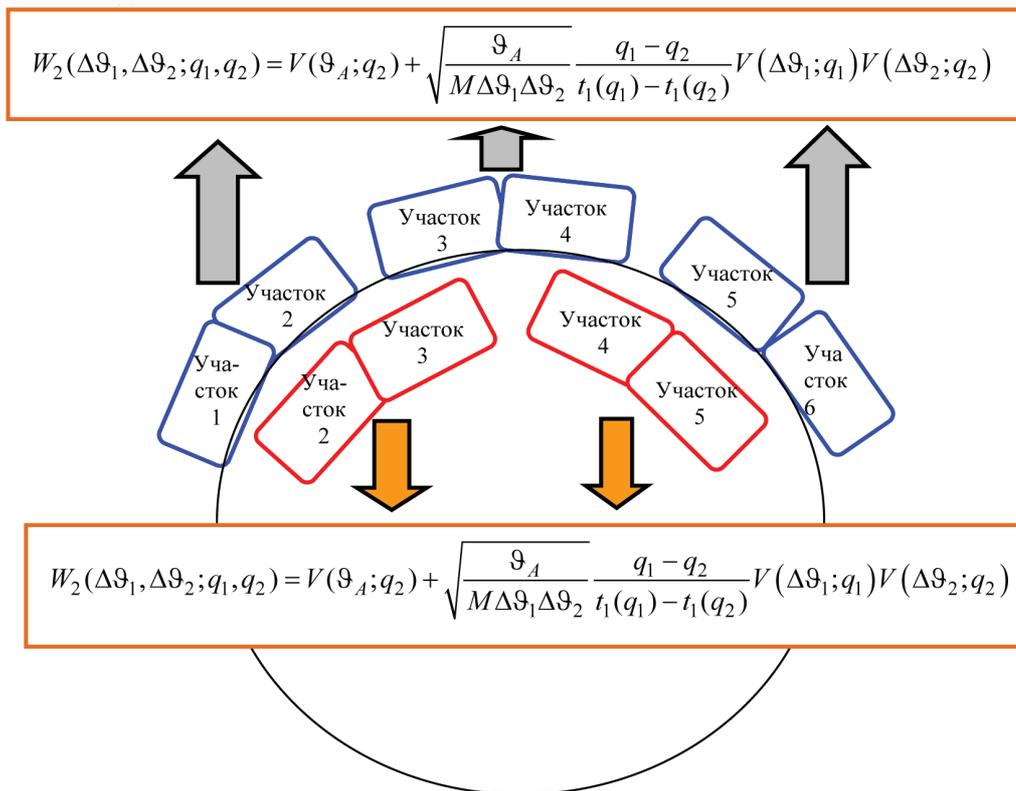


Рис. 2. Аппроксимация шестикомпонентной подстилающей поверхности

Как видно из рис. 2, на основе использования алгоритмов сегментации и сшивки можно аппроксимировать подстилающие поверхности, состоящие из произвольного количества однородных сегментов. Здесь стоит отметить, что использование подобных алгоритмов особенно эффективно при компьютерном моделировании форм периметров зон действия контрольно-корректирующих станций (ККС), работающих в СВ-диапазоне.

Для наглядности предложенных методик рассмотрим пример аналитического определения формы периметра зоны действия цепи ККС, расположенной в зоне ответственности ФБУ «Обское ГБУ». В данном случае для выбора опорного пункта установки ККС необходимо учитывать наличие необходимой инфраструктуры, что приводит к тому, что в районах Сибири и Дальнего Востока ККС устанавливаются, как правило, на максимальном плече, что, в свою очередь, в отдельных случаях может приводить к образованию локальных разрывов дифференциального поля при определенных условиях. На данном участке предполагается использование пяти ККС, а именно ККС Салехард, ККС Ханты-Мансийск, ККС Сургут, ККС Тобольск, ККС Омск. При определении рабочих зон действия этих ККС цепи учитывалась подстилающая поверхность и загоризонтная рефракция при мощности передатчика 400 Вт и чувствительности приемника 5 мкВ [3].

Таблица 1

Периметры зон действия ККС в зоне ответственности ФБУ «Обское ГБУ»

Название ККС	С, км	СВ, км	В, км	ЮВ, км	Ю, км	ЮЗ, км	З, км	СЗ, км
Салехард	500,0	461,0	288,0	288,0	288,0	288,0	288,0	288,0
Ханты-Мансийск	288,0	288,0	288,0	288,0	288,0	288,0	288,0	288,0
Сургут	371,7	371,7	288,0	288,0	288,0	288,0	288	371,7
Тобольск	470,0	288,0	288,0	288,0	203,7	288,0	288,0	288,0
Омск	288,0	288,0	203,7	203,7	288,0	288,0	203,7	288,0

Результаты математического моделирования сведены в табл. 1 и систематизированы по направлениям. После нанесения полученных результатов на реальную карту (рис. 3) видно, что поле дифференциальной поправки покрывает практически всю акваторию рассматриваемого района, однако имеет место область недостаточного перекрытия рабочих зон

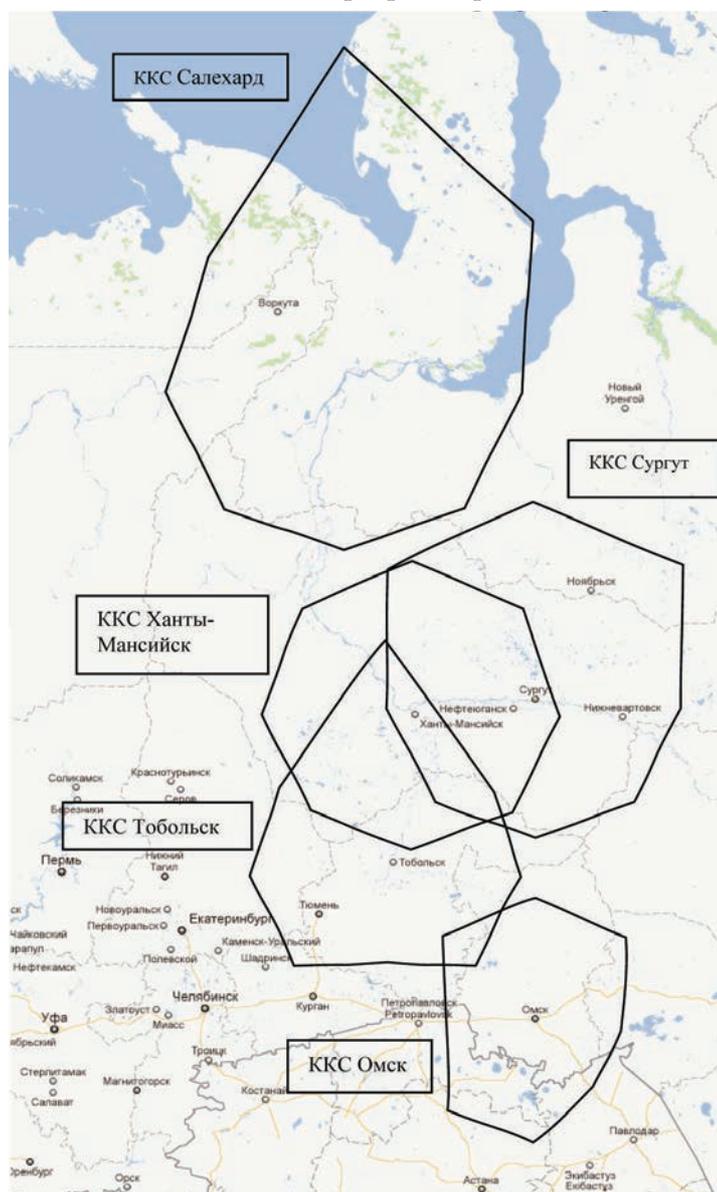


Рис. 3. Периметры зон действия ККС в зоне ответственности ФБУ «Обское ГБУ»

ККС Салехард и ККС Ханты-Мансийск в северном направлении по предварительной оценке, сделанной на основании математического моделирования форм периметров зон действия указанных ККС, разрыв составляет 30 км, в остальных случаях имеет место надежное перекрытие зон действия ККС. Здесь также стоит отметить, что имеет место несколько избыточное перекрытие зона действия ККС Ханты-Мансийск, ККС Сургут и ККС Тобольск, так как эта зона составляет более 280 км, что сопоставимо с радиусом зоны действия ККС Ханты-Мансийск. Однако при смещении ККС Ханты-Мансийск в северо-западном направлении по предварительным расчетам на 100 км можно добиться покрытия практически всей акватории рассматриваемого района.

### Список литературы

1. Каретников В. В. Автоматизация судовождения / В. В. Каретников, В. Д. Ракитин, А. А. Сикарев. — СПб.: СПГУВК, 2007. — 265 с.
2. Андрюшечкин Ю. Н. / Ю. Н. Андрюшечкин, В. В. Каретников, А. А. Сикарев // Морская радиоэлектроника. — № 3 (37). — СПб., 2011.
3. Андрюшечкин Ю. Н. Повышение эффективности информационного обеспечения речной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS для мониторинга и управления движением судов: дис. / Ю. Н. Андрюшечкин. — СПб., 2012. — 150 с.

**УДК 656.61.052**

**В. А. Логиновский,**  
д-р техн. наук, профессор,  
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

**А. А. Струков,**  
аспирант,  
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПОСАДКИ СУДНА НА ГРУНТ С ПОМОЩЬЮ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ

### MODELING OF THE PROBABILITY ASSESSMENT OF GROUNDING THE VESSEL BY FUZZY NUMBERS

*В статье описана методика анализа деревьев отказов как одного из методов моделирования опасных ситуаций и аварий в мореплавании. Методика позволяет получить количественную оценку вероятности (частоты) нежелательного события (потенциальной аварии) в условиях нечеткого задания исходных данных. Неопределенность исходных данных может иметь эпистемологический характер, источником которого являются экспертные оценки. Для описания вероятностей исходных событий предлагается использовать нечеткие числа. Количественные характеристики функций принадлежности определяются выбранной шкалой квантификаторов. Приводится пример реализации способа уровней множеств для решения задачи вероятностной оценки риска посадки судна на мель при прохождении узкости.*