

Пример 2

Иллюстрация «самосжатия» сверхплотных звезд – белых карликов. Эта тема в значительной степени рождается из вопросов учащихся «А что будет со звездой, когда всё термоядерное горючее «выгорит?» Здесь опять на помощь приходит соотношение неопределенностей: локализуясь в пространстве при сжатии звезды, электроны обязаны расширять интервал скоростей. Таким образом, появляются новые газовые закономерности:

1) давление P определяется в основном электронами;

2) давление практически перестает зависеть от температуры, а определяется в основном плотностью ρ и массой электронов.

Используя метод размерностей, учащиеся находят закономерность: $P \sim \rho^{5/3}$. Далее, исследуя условия равновесия давления и гравитации, делается вывод о связи массы M и радиуса R белого карлика: $R \sim M^{1/3}$, т.е., наращивая массу, звезда уменьшается в размерах!

Резюмируя, можно сказать, что такая совместная работа с учащимися полезна, как обучаемым, так и обучающим – в ходе решения задач – оценок нередко возникают дискуссии, которые в значительной мере помогают преподавателю совершенствовать материал для последующих занятий.

Список литературы:

- [1] Каплан С.А. Физика звезд. М. Наука 1977 г.
- [2] Сурдин В.Г. Звезды. Москва. Физматлит 2008 г.
- [3] Беленов А.Ф. Астрофизика в задачах и оценках. LAP Publishing (Germany, ISBN 978-3-8473-7346-9) 2012 г.

В.Н. Бельков, А.В. Кузнецов
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ ЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭСТАФЕТНОГО СПОСОБА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В настоящее время оценка состояния навигационного оборудования, размещенного на внутренних водных путях Российской Федерации, производится путем внешнего осмотра, что сопряжено с большими временными затратами, а следовательно и с низким темпом обновления необходимой информации, а так же необходимостью задействовать обслуживающий персонал, транспортные и технические средства. С целью устранения указанных недостатков предполагается, что для контроля своего местоположения на навигационный знак устанавливается GPS/Глонасс модуль, который через спутники отслеживает свои координаты, так же дополнительно могут быть установлены датчики контроля скорости течения воды, температуры окружающего воздуха и температуры воды около навигационного знака, дополнительно может быть установлен эхолот для оценки глубины судового хода. Вся полученная информация записывается в одноплатный миникомпьютер Raspberry, а так же в него записываются данные об исправности/неисправности световой индикации навигационного знака. Через интернет по каналам операторов GSM мобильной связи собранная информация должна быть передана на сервер, где хранятся данные о состоянии всех контролируемых навигационных знаках [1]. На данный момент на территории РФ операторами мобильной связи не обеспечивается полное покрытие внутренних водных путей, по-

этому есть вероятность, что какое-то количество контролируемых навигационных знаков окажется в зоне, где отсутствует мобильная связь, а следовательно и возможность передать необходимую информацию о состоянии навигационного знака через интернет на сервер. Предлагается для контроля состояния навигационных знаков, установленных на внутренних водных путях в зоне отсутствия мобильной связи, использовать так называемый эстафетный способ передачи информации. Данный способ заключается в последовательной передаче информации о состоянии конкретного навигационного знака, находящегося в зоне отсутствия мобильной связи, соседним навигационным знакам. Если соседние навигационные знаки также находятся в зоне отсутствия мобильной связи, то они передают информацию о своем состоянии и полученную информацию своим соседним навигационным знакам. Информация по цепочке будет передаваться до тех пор, пока не достигнет навигационного знака, находящегося в зоне с возможностью передать всю собранную информацию через интернет на сервер.

Предполагается, что соседние навигационные знаки отстоят друг от друга на расстоянии не более 5 км, общий объем передаваемой информации 100–200 бит. Исходя из приведенных выше условий, проведя анализ существующих на рынке приемников и передатчиков, которые могут быть использованы, как прототипы для реализации эстафетной передачи данных с целью контроля состояния навигационных знаков, а так же в соответствии с перечнем разрешенных на территории Российской Федерации частот, использование которых не требует лицензирования производимой аппаратуры [2], наиболее приемлемым будет использование частот дециметрового диапазона на частотах 430–440 МГц. Длина волны на данном диапазоне частот будет $\approx 0,7$ м.

Для передачи информации предлагается использовать турникетную антенну, которая представляет собой два взаимно-перпендикулярных расположенных в вертикальной плоскости полуволновых вибраторов. Полуволновые вибраторы запитываются от одного фидерного устройства токами равной величины, сдвинутыми по фазе на 90° , что обеспечивает эллиптическую поляризацию и тороидальную характеристику диаграммы направленности. Антенна является слабонаправленной и ее коэффициент усиления составляет (5–10) [3]. Длина каждого вибратора на частоте 430 МГц не превышает 0,35 м. Размещение антенны таких размеров на используемых в настоящее время на ВВП навигационных знаках не вызовет затруднений.

Кодирование информации о состоянии навигационного знака возможно любым из известных в настоящее время способов путем амплитудной, частотной, фазовой, временной, широтно-импульсной и др. видов модуляции радиосигнала.

Оценка средней мощности сигнала, генерируемого радиопередающим устройством, размещенном на навигационном знаке, производилась при условии, что для его приема используется супергетеродинный приемник с полосой пропускания преселектора $\text{Пш} = 5$ МГц. В данном случае мощность собственных шумов радиоприемного устройства, которая и определяет его предельную чувствительность в соответствии с выражением (1) составляет 2×10^{-15} Вт.

$$N = k \times T_{\text{ш}} \times \text{Пш} \quad (1)$$

где

k – постоянная Больцмана;

$T_{\text{ш}}$ – шумовая температура;

Пш – шумовая полоса приемника.

Для уверенного приема сигнала и повышения помехоустойчивости радиоприемного устройства необходимо увеличение отношения сигнал/шум на его входе. С учетом стократного превышения мощности сигнала над мощностью внутренних шумов пороговая чувствительность приемного устройства составила $P_{\text{с мин пор}} = 2 \times 10^{-13}$ Вт.

Расчет средней излучаемой мощности сигнала передатчика проводился в предположении, что среда распространения электромагнитной волны изотропная и не поглощающая, а внешние помехи отсутствуют. В соответствии с выражением:

$$P_{с\ изл\ ср} = \frac{P_{с\ мин\ пор} \cdot (4\pi)^2 \cdot R^2}{G^2 \lambda^2} \quad (2)$$

где

G – коэффициент усиления антенны;

λ – длина волны;

R – расстояние.

Полученное значение необходимой мощности сигнала составило $P_{с\ изл\ ср} = 0,8$ мВт. При таком уровне излучения плотность потока мощности уже на удалении 30 м не превышает 10 мВ/см², что обеспечивает требования [3].

В настоящее время широко применяются рации и радиостанции, работающие в диапазоне частот 400–470 МГц. Например, Рация AjetRays AJ-450: 199 каналов, мощность передатчика 1–4 Вт, шаг сетки частот 5/6,25/10/12,5/20/25 кГц; радиостанция Sky-Com SC-R706: 128 каналов, мощность передатчика 0,01–5 Вт, шаг сетки частот 5/6,25/12,5/25/50/1000/10000 кГц. Приемно-передающие устройства данных раций и радиостанций, позволяющие обеспечить рассчитанную выше мощность, благодаря своей не высокой стоимости, могут быть, как прототипы, применены в системе контроля состояния навигационных знаков с использованием эстафетного способа передачи информации.

Контроль состояния навигационных знаков с помощью эстафетного способа передачи информации позволит обеспечить своевременное получение достоверной оперативной информации о состоянии контролируемых навигационных знаках, что в конечном итоге приведет к повышению безопасности плавания на внутренних водных путях Российской Федерации.

Список литературы:

- [1] Вестник ВГАВТ, выпуск 37, 2013 г. «Многоплановая система мониторинга навигационной обстановки и обеспечения безопасности судоходства на внутренних водных путях».
- [2] Приложение «2 к решению ГЛРЧ от 15 июля 2010 г. №10-07-01 «Условия использования выделенных полос радиочастот».
- [3] Постановления 1823-78 «Санитарные нормы и правила размещения радио-, телевизионных и радиолокационных станций».
- [4] Приемные устройства радиолокационных сигналов. Часть I/ под ред. Ю.Н. Седышева – М.; Воениздат, 1978. С. 327.
- [5] Теоретические основы радиолокации/ под ред. Ширмана Я.Д. – М.; Сов. радио, 1970. С. 560.