

УДК 629.5.051

DOI: 10.37890/jwt.v79.483

Оценка возможного влияния на безопасность гражданского судоходства существующих концепций «навигационного давления»

Н.О. Кириллов

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «КГТУ», Г. Калининград, Россия

Аннотация. Рассмотрены особенности спутниковой навигационной системы GPS, как системы первоначально военного назначения. Обобщен опыт ее боевого применения в последних военных конфликтах, в том числе при проведении специальной военной операции. Выявлены многочисленные сбои приема сигналов GPS гражданскими пользователями, в том числе авиаперевозчиками и судоводителями при работе GPS в военной обстановке. Рассмотрены основные положения принятой в США концепции навигационной войны, одним из элементов которой является GPS и основные цели, которые она преследует. Произведена оценка возможного влияния положений навигационной войны на безопасность гражданского судоходства и обозначены основные направления работы по минимизации этого влияния. Обозначено повышение роли и места мореходной астрономии, как абсолютно автономного средства навигации, пригодного для применения в любом районе Мирового океана.

Ключевые слова: Глобальная навигационная спутниковая система, навигационная война, навигационная безопасность гражданского судоходства, средства и методы обеспечения безопасности, мореходная астрономия.

Assessment of the possible impact on the safety of civil navigation of existing concepts of «navigation pressure»

Nikolai .O. Kirillov

Baltic State Academy of Fishing Fleet KSTU, Kaliningrad, Russia.

Abstract. The features of the global satellite GNSS GPS, as originally a system for military purposes, are considered. The experience of its combat use in recent military conflicts, including during a special military operation, is summarized. Numerous failures in the reception of GPS signals by civilian users, including air carriers and navigators, have been identified when operating GPS in a military environment. The main provisions of the concept of navigation warfare adopted in the United States, one of the elements of which is GNSS GPS and the main goals that it pursues, are considered. An assessment was made of the possible impact of the provisions of the navigational war on the safety of civil navigation and the main directions of work to minimize this impact were outlined. The increasing role and place of nautical astronomy is indicated, as a completely autonomous means of navigation, suitable for use in any area of the World Ocean.

Keywords: Global navigation satellite system, navigation warfare, navigational safety of civil shipping, means and methods of ensuring safety, nautical astronomy.

Введение

Появление систем спутниковой навигации привело к поистине революционным изменениям в практике судоходства. Сегодня трудно себе представить деятельность судоводителя без применения систем спутниковой навигации.

Однако при этом следует помнить, что практически все системы спутниковой навигации, как низкоорбитные системы первого поколения американская «Транзит» и отечественная «Парус», так и среднеорбитные системы второго поколения американская GPS и отечественная ГЛОНАСС, изначально создавались как системы военного назначения.

При этом для гражданских пользователей, в том числе и для гражданского судоходства, предоставлялись и предоставляются только достаточно ограниченные из всех существующих функциональные возможности таких систем.

Вместе с тем внедрение в практику судоходства возможностей ГНСС привели к выводу из эксплуатации или консервации наземных радиотехнических средств, таких как радионавигационные системы Лоран-С, Декка, Омега, РСДН-3, РСДН-20, РСВТ-1, Марс-75 и др., большинства круговых и секторных радиомаяков. На судах флота практически исчезли радиопеленгаторы и приемная аппаратура наземных радионавигационных систем.

Это привело к тому, что фактически ГНСС стали практически безальтернативными средствами обеспечения судоходства, при этом абсолютно доминирующую позицию в этом занимает американская ГНСС GPS.

Вместе с тем, опыт использования GPS, особенно за последнее время, которое характеризуется резким возрастанием напряженности военно-политической обстановки в мире, показал резкое возрастание вероятности ее отключения как над определенной территорией, так и выхода ее из строя в целом, особенно в предвоенный или военный период.

Такой выход из строя или даже временное отключение системы спутниковой навигации резко повышает вероятность навигационных происшествий, что негативно отражается на безопасности судоходства, особенно гражданского. Это связано с тем что судовая приемная аппаратура гражданских судов не имеет возможности работать в условиях боевого применения систем спутниковой навигации.

Выработка и реализация мероприятий, позволяющих учесть такую вероятность, является крайне актуальной научно-технической задачей.

Анализ особенностей ГНСС GPS, как системы военного назначения и опыта ее применения в военных конфликтах

ГНСС GPS разработана по заказу Министерства Обороны и находится под управлением Военно-воздушных сил США.

Основными разработчиками и создателями системы являются американские компании Rockwell International Space System Division, Martin Marietta Astro Space Division, IBM, Federal System Company и др.

Навигационные спутники GPS передают радиосигналы на двух частотах: L1 (575,42 МГц) и L2 (1227,60 МГц). На частоте L1 эти сигналы кодируются C/A-кодом (кодом свободного доступа) и P-кодом (Protected – кодом санкционированного доступа), а на частоте L2 только P-кодом.

Для гражданских пользователей, в том числе и для гражданских судов, доступен сигнал только на частоте L1.

Помимо этого при создании GPS на частоте L1 была заложена возможность включения селективного доступа (Selective Availability – S/A), то возможность внесения в сигнал дополнительных погрешностей системного времени и орбит навигационных спутников, заметно снижающей точность определения координат пользователя.

В мае 2000 года руководством США было объявлено об официальном отключении этого режима. Однако техническая возможность его включения осталась, и нет никакой гарантии того, что при военной или политической необходимости он может быть задействован.

Использовать сигнал, кодированный Р-кодом могут выполнять только пользователи, получившие соответствующее разрешение Министерства обороны США, в первую очередь потребители Вооруженных сил США и их союзников.

Помимо этого в целях дополнительной защиты в рамках Р-кода режим AS (Anti Spoofing). При его включении осуществляется дополнительное кодирование Р-кода с целью его модификации в Y-код. Декодирование Y-кода можно выполнить только с применением специального криптографического кода, установленного в аппаратуре потребителя.

Подобная структура навигационных сигналов обусловлена требованиями Министерства Обороны США, как основного заказчика системы, который иногда называют принципом «трех Р» [1]:

- Preservation – ответственность за уверенный прием навигационного сигнала гражданским пользователям только за пределами зоны боевых военных действий, установленной Министерства обороны США;
- Protection – возможность противостоять действиям вероятного противника по блокировке навигационных сигналов GPS для применения в военных целях;
- Prevention – блокировка использования навигационных сигналов GPS вероятным военным противником.

«Preservation» предполагает, что применение гражданскими пользователями GPS может быть ограничено в пределах зоны военных действий, либо в пределах территории, которую руководство США посчитают такой зоной. Причем подобное ограничение может быть введено не только по военным, но и по политическим или экономическим причинам.

Принцип «Protection» предполагает, что сигнал GPS должен быть доступен для военного применения в любых условиях, в том числе при использовании противником сил и средств радиоэлектронной борьбы.

Принцип «Prevention» предполагает отключение или искажение навигационных сигналов GPS на определенных территориях по выбору руководства США.

Эти принципы были реализованы во всех известных военных конфликтах последних лет с участием вооруженных сил США, или в конфликтах, где США имели свои военные, экономические или политические интересы, не участвуя в боевых действиях напрямую.

Опыт показывает, что зонах этих конфликтов гражданские пользователи GPS получали либо заведомо искаженные сигналы, либо не получали их вовсе [2].

Впервые военное применение GPS в режиме закрытого доступа было выполнено в ходе операции «Лис пустыни» в Ираке в 1998 году.

Затем то же самое было продемонстрировано в ходе операций в Югославии в 1999 году, в Афганистане в 2001–2002 годах, в Ираке в 2003 году.

Так если в операции «Буря в пустыне» в 1991 в Персидском заливе против Ирака с использованием низкоорбитальной спутниковой системы первого поколения «Гранзит» применялись 10 % высокоточных боеприпасов, то уже в в ходе операций «Лис пустыни» в Ираке в 1998 году и «Решительная сила» в Югославии в 1999 году с использованием спутниковой системы GPS – 95 % [3].

В период первой и второй войны на Северном Кавказе на территории Чеченской Республики, и в период грузино-осетинской войны силовыми структурами РФ было отмечено, что приемная аппаратура GPS либо переставала принимать навигационные сигналы и выключались, либо существенно возрастали погрешности определения координат до 800 метров и более.

К настоящему времени навигационные сигналы GPS используются США и их союзниками не только в целях собственно военной навигации, но и для применения абсолютного большинства высокоточных боеприпасов и беспилотных летательных и морских аппаратов.

Во всех рассмотренных военных конфликтах гражданские потребители в зоне боевых действий и в прилежащих зонах были либо вовсе лишены возможности принимать сигналы GPS, либо наблюдалось резкое снижение точности работы системы, что весьма негативно сказывалось как на полетах гражданской авиации так и на судовождении, не говоря уже об обычных пользователях бытовых навигаторов.

Однако наиболее ярко особенности применения GPS в военных целях были продемонстрированы и демонстрируются в настоящее время в ходе специальной военной операции на Украине.

По данным открытой печати [4,5] фиксируются многочисленные случаи сбоя работы GPS, причем как непосредственно в зоне боевого соприкосновения и в прилежащих районах, так и над другими территориями Российской Федерации (в Крыму, в Москве, в Санкт-Петербурге, в Новороссийске и др.), и даже над территориями приграничных государств. Так зафиксированы сбои работы GPS над приграничными районами Польши, Финляндии, Румынии и Болгарии.

Обусловлено это двумя основными факторами:

- реализацией руководством США принципов концепции так называемой навигационной войны (Navigation Warfare);
- противодействием со стороны Российской Федерации реализации этих принципов за счет активного применения средств радиоэлектронной борьбы и других методов вооруженной борьбы.

То же самое в той или иной мере наблюдается и в зонах других вооруженных конфликтов.

Так по данным печати [6] прием гражданского сигнала GPS крайне затруднен над территорией Сирии и в южной части Персидского залива. В ходе вооруженного конфликта между Израилем и группировкой «Хезболла» прием сигналов GPS для гражданских пользователей стал невозможен, а сама армия обороны Израиля использует технологии подавления сигналов GPS, чтобы обезопасить свои территории возможных ракетных ударов со стороны противника.

Таким образом, уже сейчас гражданские судоводители могут испытывать значительные затруднения в использовании GPS при плавании в северной части Черного, в восточной части Балтийского и в южной части Средиземного моря. Зафиксированы многочисленные фактические жалобы судоводителей по использованию GPS при подходе к Балтийским и Черноморским портам.

Совершенно очевидно, что такое может произойти в любом районе Мирового океана в случае эскалации военно политической обстановки.

Основные положения американской концепции навигационной войны (Navigation Warfare) и методы ее реализации.

Под термином навигационная война в настоящее время понимаются действия, направленные на уменьшение или лишение противника способности отслеживать географическое местоположение объектов [7].

Под мероприятиями навигационной войны понимаются спланированные оборонительные и наступательные действия по обеспечению надежной навигационно-пространственной и временной информацией своих войск (сил) при одновременном блокировании доступа противника к аналогичным возможностям [8].

Ведение навигационной войны может выполняться с применением различных методов, к которым можно отнести:

- воздействие на орбитальную группировку навигационных спутников;
- воздействие на навигационные сигналы, передаваемые навигационными спутниками;
- воздействие на наземную или бортовую приемную аппаратуру и связанные с ней навигационные системы;

- применение элементов информационной войны, а также систем и средств радиоэлектронной и электромагнитной войны.

Такие воздействия могут применяться как в отношении своих технических средств навигации, в данном случае GPS, так и в отношении технических средств навигации вероятного противника.

Работа над программой Navigation Warfare была начата в 1996 году. Первоначально целью такой работы было обозначено лишение вероятного противника возможности использовать GPS в зоне военных действий и при этом избежать снижения точности работы GPS за пределами этой зоны [9].

В 2004 г. Президентом США в целях дальнейшего развития Navigation Warfare была подписана новая версия директивы «Определение местоположения, навигации и синхронизации с использованием космических систем».

В рамках реализации этой директивы в США был создан так называемый центр навигационной войны, основными направлениями деятельности которого в общем плане обозначены:

- сбор и анализ всей информации о возможностях навигационного обеспечения как своих средств навигации, так и средств навигации вероятного противника;
- выработка рекомендаций по боевому применению GPS;
- выработка рекомендаций по противодействию боевого применения GPS средствами радиоэлектронной борьбы вероятного противника;
- выработка рекомендаций по подавлению средств навигации вероятного противника;
- выработка рекомендаций по ограничению возможностей использования GPS вероятным противником или любым потенциально нежелательным пользователем;
- обоснование системных требований к аппаратуре GPS для реализации выработанных рекомендаций.

К основным целям Navigation Warfare можно отнести:

- достижение возможности гарантированного приема навигационного сигнала GPS санкционированными пользователями в любой обстановке, в том числе при использовании противником средств радиоэлектронной борьбы;
- достижение возможности контролируемого управления точностью приема потребителем навигационного сигнала GPS;
- достижение возможности полной блокировки приема потребителем навигационного сигнала GPS;
- достижение возможности дистанционного вывода из строя приемной аппаратуры потребителя, который пытается использовать GPS без разрешения Министерства Обороны США;
- достижение возможности влияния на работу систем спутниковой навигации вероятного противника, прежде всего ГЛОНАСС.

В ходе Navigation Warfare уже применяются и планируются к применению ряд технических новшеств, значительно затрудняющих, или делающих невозможным использование сигнала GPS без санкции США.

Первые такие технические возможности были применены в навигационных спутниках GPS модификаций Блок-IRM и Блок-IF, на которых впервые появился новый так называемый М-код (Military Code - навигационный сигнал для военных целей).

В общем плане М-код после полной активации должен обеспечивать более мощные и закодированные навигационные сигналы, недоступные для несанкционированного потребителя и защищенные от возможных помех и спуфинга.

Для его эффективного применения выполняются следующие мероприятия:

- модернизация передающей аппаратуры навигационных спутников;

- капитальный ремонт и модернизация наземного комплекса управления и соответствующего программного обеспечения;
- модернизация приемной аппаратуры потребителей по возможности использования навигационного сигнала с М-кодом.

Навигационные сигналы с М-кодом передаются на L1 и L2. В отличие от сигналов с Р-кодом его достаточно для определения точных координат потребителя, поскольку в данном случае нет необходимости получения C/A- кода.

Навигационные сигналы с М-кодом обладают повышенной помехоустойчивостью, и могут быть использованы только санкционированными (военными) потребителями.

Прием навигационных сигналов с М-кодом становится невозможен гражданскими потребителями.

Помимо внедрения М-кодирования, начиная со спутника Блок-ИФ на всех последующих модификациях вводится новая частота L5 (1176,45 МГц) – *safety of life* (охрана жизни человека).

Особенность навигационных сигналов на частоте L5 заключается в том, что они мощнее гражданского сигнала на частоте L1 на 3 децибела, и имеют в 10 раз шире полосу пропускания. Из-за повышенной мощности и более широкой полосы пропускания он затрудняет его полное подавление системами радиоэлектронной борьбы.

Узконаправленная передача навигационных сигналов с М-кодом стала возможно со спутников модификации GPS III. Под узконаправленной передачей понимается передача сигналов в конкретной области диаметром в несколько сотен километров.

Мощность таких сигналов выше на 20 децибел, чем у сигналов без М-кода что уже значительно затрудняет его полное подавление системами радиоэлектронной борьбы.

В настоящее время в состав орбитальной группировки GPS входят навигационные спутники нескольких поколений, основными из которых являются Блок-ИИМ (с 2005 года), Блок-ИИФ (с 2010 года) и GPS III (с 2018года).

Технологию М-кодирования в настоящее время обеспечивают 31 навигационный спутник орбитальной группировки GPS. На спутниках Блок-ИИМ и Блок-ИИФ не предусмотрена функция отключения регионов по координатам, а вот в спутниках GPS III она, вероятно, уже имеется.

В полном объеме все планируемые технологии планируется внедрить на совершенно новых навигационных спутниках модификации GPS-III (Follow-on).

Разработка этих навигационных спутников по заказу Министерства обороны США выполняется компанией Lockheed Martin.

В этих спутниках будет внедрена технология Регионального потенциала военной защиты (Regional Military Protection–RMP) [10], которая предусматривает:

- усиление защиты от помех для санкционированных потребителей GPS;
- возможность отключения открытого сигнала GPS в любом регионе по координатам;
- возможность передачи спуфинга по координатам, причем как собственно для сигнала GPS, так и для сигналов других глобальных навигационных спутниковых систем;
- возможность передачи в составе навигационного сообщения вредоносных программ или вирусов для выведения из строя приемной аппаратуры несанкционированных потребителей GPS.

Практическая реализация рассмотренных элементов Navigation Warfare дадут США реальную возможность в военных, экономических или политических целях ограничивать доступ гражданских потребителей к сигналу GPS на любой территории земного шара.

Уже сейчас гражданские суда, как потребители гражданских навигационных сигналов GPS испытывают весьма серьезные проблемы, вплоть до критических, с приемом этих сигналов, находясь в районе применения средств Navigation Warfare [11]. Совершенно очевидно, что в будущем, с внедрением всех планируемых технологий Navigation Warfare вероятность возникновения таких проблем будет только возрастать, что может оказать весьма серьезное влияние на безопасность гражданского судоходства в целом.

В открытом море невозможность применения спутниковой навигации может быть в той или иной мере компенсирована применением альтернативных средств и методов, прежде всего мореходной астрономии.

При плавании в узкости, вблизи берега или в опасных в навигационном отношении районах это становится критически опасным, поскольку резко повышается вероятность навигационных происшествий.

Заключение

С учетом уже внедренной в GPS технологии М-кодирования и планируемого ее дальнейшего совершенствования в рамках Navigation Warfare уже сейчас должны быть приняты определенные меры по минимизации ее влияния на безопасность гражданского судоходства. К ним можно отнести:

- по возможности восстановление или вывод из консервации круговых и секторных радиомаяков, восстановление, вывод из консервации существующих и развертывание новых наземных радионавигационных систем, особенно при подходах к портам;
- по возможности оснащение судов радиопеленгаторами и приемной аппаратурой как существующих, таких как Марс-75, БРАС, ГРАС, Крабик-Б, так и новых наземных радионавигационных систем, таких как Спут-Н1 и Крабик-БМ.
- по возможности установка на гражданские суда судовой аппаратуры спутниковых систем, альтернативных GPS, прежде всего аппаратурой ГЛОНАСС;
- использование опыта и имеющихся в ВМФ технологических наработок [12] для создания и внедрения в судовождение автоматизированных астронавигационных систем, которые позволят значительно повысить возможности применения мореходной астрономии;
- повышение эффективности применения существующих средств и методов мореходной астрономии как за счет повышения требований к судоводительскому составу, так и за счет совершенствования ее изучения в морских учебных заведениях.
- регулярная проверка умений и навыков судоводительского состава выполнять определения места судна вблизи берега классическими способами, не зависящими от GPS, такими как по горизонтальным углам, по измеренным пеленгам и расстояниям до ориентиров и др., при необходимости организация дополнительных занятий и тренировок
- по их эффективному применению в целях обеспечения безопасности судоходства;

В целях безусловного обеспечения безопасности судовождения у любого гражданского судоводителя должен иметься другой, альтернативный GPS, способ надежной навигации, который позволит избежать последствий применения Navigation Warfare.

Список литературы

1. Песков Ю. А. Морская навигация с ГЛОНАСС/GPS – М.: МОРКНИГА, 2010 – 344 с.
2. Кириллов Н.О. Судовые системы спутниковой навигации. – Калининград: Издательство БГА РФ, 2014 – 401 с.

3. Тяпкин В. Н. Гарин Е.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС, – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012– 259 с.
<https://lenta.ru/news/2024/02/08/vucic/>
4. <https://rg.ru/2023/06/10/poteriavshijsia-sputnik-pochemu-perestaet-rabotat-navigaciia-v-gorodah.html>
5. <https://www.securitylab.ru/news/543191.php>
6. Информационный менеджмент. Механизмы управления и борьбы в бизнесе и политике. Словарь-справочник. – М. Академический Проект, 2020 – 506 с.
7. Горбачев Ю.Е. Погодин С.Н. Взгляды командования вооруженных сил США на сущность и содержание электромагнитной войны. / Горбачев Ю.Е. Погодин С.Н.// Военная мысль – № 3. – 2021. – с. 129–140
8. Заколюдажный В.П., Алексеев С.П., Комарицын А.А. Спутниковая навигационная система: применение в вооруженных силах США. – СПб, ЦКП ВМФ, 2006– 207 с.
9. Гарин Е.Н, Копылов В.А., Ратушняк В.Н., Лютиков И.В. Современное развитие ГНСС ГЛОНАСС и GPS. / Гарин Е.Н, Копылов В.А., Ратушняк В.Н., Лютиков И.В.// – Красноярск: Журнал Сибирского федерального университета –11(3)–2018 –с. 313-317
10. <https://topwar.ru/236025-blagodarja-tehnologii-m-code-amerikanskije-istrebiteli-bolee-uverenno-chuvstvujut-sebja-na-pole-boja.html>
11. Костин В.Н. История развития отечественных морских астронавигационных систем /Костин В.Н. // Навигация и гидрография. – № 11. – 2000. – с. 133–137.

References

1. Peskov U.A. Morskaya navigaciya s GLONASS/GPS. M. MORKNIGA, 2010. 344 p.
2. Kirillov N.O. Sudovie sistemy sputnikovoy navigacii. Kaliningrad, Izdatelstvo Baltic State Academy of the Fishing Fleet, 2014. 401 p.
3. Тяпкин В.Н., Гарин Е.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием радионавигационной системы ГЛОНАСС, Красноярск, Siberian federal university, 2012, 259 p.
<https://lenta.ru/news/2024/02/08/vucic/>
4. <https://rg.ru/2023/06/10/poteriavshijsia-sputnik-pochemu-perestaet-rabotat-navigaciia-v-gorodah.html>
5. <https://www.securitylab.ru/news/543191.php>
6. Informacionnyi menedzhment. Mechanizmy upravlniya i borby v biznese i pilitice. Slovar-spravochnik. M. Academicheskyy Proect, 2020, 506 p.
7. Gorbachev U.E., Pogodin S.N. Vzgliady komandovania voorugennyh sil USA na suchnost i soderganie eelectromagnitnoy voiny, Voennaia mysl, № 3. (2021): 129–140.
8. Zakolodiagny V.P., Alekseev S.P. Komaricin A.A. Sputnikovaia navigacionnaia sistema: primenenie v voorugennyh silah USA, SPb, CKP VMF, 2006, 207 p.
9. Garin E.N., Kopylov V.A., Ratushniak V.N., Lutikov I.V. Sovremennoe razvitie GNSS GLONASS i GPS. Krasnoyarsk, Gournal of Siberian federal university № 11(3) (2018): 313–317.
10. <https://topwar.ru/236025-blagodarja-tehnologii-m-code-amerikanskije-istrebiteli-bolee-uverenno-chuvstvujut-sebja-na-pole-boja.html>
11. Kostin V.N. «Istoriya razvitiya otechestvennyh morskikh astronavigacionnyh system» Navigciya i gidrografiya № 11. (2000): 133–137.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кириллов Николай Олегович, к.т.н., доцент, доцент кафедры судовождения и безопасности мореплавания, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «КГТУ», 236029, Калининград, ул. Молодежная 6, e-mail: kaf_sbm@bgarf.ru

Nikolai O. Kirillov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Navigation and Navigation Safety Baltic State Academy of the Fishing Fleet FSBEI HE «KSTU», 6 Molodiyegnaya st, Kaliningrad, 236029, e-mail: kaf_sbm@bgarf.ru

Статья поступила в редакцию 12.02.2024; опубликована онлайн 20.06.2024.
Received 12.02.2024; published online 20.06.2024