

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

**ПРОБЛЕМЫ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ
(ЭМС – 2016)**

Сборник научных трудов второй международной
научно-технической конференции
Харьков 24 -25 мая 2016 г.

Харьков 2016

УДК 621.37/.39

Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей связи (ЭМС-2016): Сборник научных трудов второй международной научно-технической конференции, Харьков 24-25 мая 2016 г. / М-во образования и науки Украины, Харьковский национальный университет радиоэлектроники. – Харьков: ХНУРЭ, 2016. – 104 с.

В сборник включены научные доклады участников второй Международной научно-технической конференции «Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей связи» (ЭМС-2016).

Издание подготовлено кафедрой телекоммуникационных систем
<http://tcs.kharkov.ua/>

61166, Украина, Харьков, просп. Ленина, 14.
Тел./факс: +380 (57) 702-13-20,
+380 (57) 702-55-92.

E-mail: ems.conference.kture@gmail.com
<http://emc-2016-ru.weebly.com/>

© Харьковский национальный
университет радиоэлектроники, 2016

Председатель организационного комитета конференции:

Поповский В.В. академик АН ПРЭ, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой телекоммуникационных систем ХНУРЭ, член комитета IEEE, г.Харьков, Украина.

Организационный комитет ЭМС-2015:

Коляденко Ю.Ю. профессор, д.т.н., профессор кафедры телекоммуникационных систем ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.

Серков А.А. академик АН ПРЭ, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой систем информации НТУ «ХПИ», член комитета IEEE, заслуженный изобретатель Украины, г. Харьков, Украина.

Зеленский А.А. академик АН ПРЭ, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой передачи, приема и обработки сигналов Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского, член Академии наук связи Украины, г. Харьков, Украина.

Агеев Д.В. член-корреспондент АН ПРЭ, профессор, д.т.н., профессор кафедры телекоммуникационных систем ХНУРЭ, член комитета IEEE, г. Харьков, Украина.

Шостко И.С. член-корреспондент АН ПРЭ, профессор, д.т.н., профессор кафедры телекоммуникационных систем ХНУРЭ, г. Харьков, Украина.

Невлюдов И.Ш. академик АН ПРЭ, заведующий кафедрой технологий и автоматизации производства радиоэлектронных средств и электронно-вычислительных устройств ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.

Москалец Н.В. доцент, к.т.н., доцент кафедры телекоммуникационных систем ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.

Токарь Л.А. доцент, к.т.н., доцент кафедры телекоммуникационных систем ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.

Сычева О.В. ассистент кафедры технологии и автоматизации производства радиоэлектронных средств и электронно-вычислительных устройств ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.

Программный комитет

- Корсун В.И.** генеральный директор Украинского государственного центра радиочастот г.Киев, Украина.
- Калюжный Н.М.** академик АН ПРЭ, технический директор НТЦ АН ПРЭ, к.т.н., с.н.с. научного центра ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.
- Кравченко В.И.** академик АН ПРЭ, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, профессор, д.т.н., директор НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» г.Харьков, Украина.
- Серков А.А.** академик АН ПРЭ, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой систем информации НТУ «ХПИ», член комитета IEEE, заслуженный изобретатель Украины, г.Харьков, Украина.
- Чурюмов Г.И.** академик АН ПРЭ, профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры физических основ электронной техники ХНУРЭ, член комитета IEEE г.Харьков, Украина.
- Климаш М.М.** академик Академии Связи Украины и Международной академии информатизации, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой телекоммуникаций Национального университета «Львовская политехника», лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, г.Львов, Украина.
- Сукачев Э.А.** профессор, д.т.н., профессор кафедры технической электродинамики и систем радиосвязи Одесской национальной академии связи, г. Одесса, Украина.
- Титаренко Л.А.** член-корреспондент АН ПРЭ, профессор, д.т.н., профессор института компьютерной инженерии и электроники Зеленогурского университета, г.Зелена-Гура, Польша.
- Пономарев Л.И.** профессор, д.т.н., профессор кафедры «Радиоэлектроника летательных аппаратов» Московского авиационного института (национальный исследовательский университет), г.Москва, Россия.

- Шахтарин Б.И.** академик РАЕН, профессор, д.т.н., лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки и техники РФ, почетный радист РФ, профессор кафедры «Автономные информационные управляющие системы» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, г.Москва, Россия.
- Пономаренко Н.Н.** профессор, д.т.н., профессор кафедры передачи, приема и обработки сигналов Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского, г.Харьков, Украина.
- Безрук В.М.** академик АН ПРЭ, академик Академии связи Украины, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой сетей связи ХНУРЭ, г.Харьков, Украина.
- Водолазский М.В.** директор, Украинский государственный центр радиочастот. Харьковский филиал. г.Харьков, Украина.
- Гаркуша С.В.** доцент, д.т.н., доцент кафедры документоведения и информационной деятельности в экономических системах ВУЗ Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли», г.Полтава, Украина.
- Гепко И.А.** профессор, д.т.н., начальник отдела научного обеспечения научно-методического департамента Украинского государственного центра радиочастот г.Киев, Украина.
- Ерохин В.Ф.** профессор, д.т.н., заведующий кафедрой применения средств специальных телекоммуникационных систем Института специальной связи и защиты информации НТТУ «КПИ», г.Киев, Украина.
- Кравчук С.А.** доцент, д.т.н., доцент кафедры телекоммуникаций Института телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ», заведующий научно-техническим центром микроволновых телекоммуникационных технологий научно-исследовательского института телекоммуникаций, г.Киев, Украина.

- Лошаков В.А.** академик АНПРЭ, д.т.н., профессор, профессор кафедры телекоммуникационных систем ХНУРЭ, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, г.Харьков, Украина.
- Лучанинов А.И.** профессор, д.ф.-м.н., профессор кафедры основ радиотехники ХНУРЭ, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, г.Харьков, Украина.
- Продиус И.Н.** профессор, д.т.н., директор института телекоммуникаций, радиоэлектроники и электронной техники Национального университета «Львовская политехника», заведующий кафедрой радиоэлектронных устройств и систем, г.Львов, Украина.
- Романов А.И.** профессор, д.т.н., профессор кафедры телекоммуникаций Института телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ», г.Киев, Украина.
- Смирнов Н.И.** академик Международной академии информатизации при ООН, член-корреспондент Академии технологических наук РФ, д.т.н., профессор МТУСИ, г.Москва, Россия.
- Сундучков К.С.** профессор, д.т.н., лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, зам. директора по научным вопросам Научно-исследовательского института телекоммуникаций НТУУ «КПИ», г.Киев, Украина.
- Шматков С.И.** академик АН ПРЭ, профессор, д.т.н., заведующий кафедрой теоретической и прикладной системотехники Института высоких технологий Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина, г. Харьков, Украина.
- Урывский Л.А.** академик АН ПРЭ, профессор, д.т.н., зав. Кафедры телекоммуникационных систем Института телекоммуникационных систем Национального технического университета Украины «КПИ», г.Киев, Украина.

поглинальні. Відбивальні екрани виготовляють у вигляді листа чи сітки з металів, що добре проводять струм – міді, латуні, алюмінію, сталі. У ряді випадків досить використання заземленої металевої сітки, що розміщується під облицювальний або штукатурний шар. Рекомендовано також застосування різних плівок і тканин з металізованим покриттям. Захисна дія ґрунтується на тому, що ЕМВ створюють в екрані струми Фуко, які генерують вторинне поле, за амплітудою майже рівне, а за фазою протилежне первинному полю. Сумарне поле, що виникає при дії цих двох полів, дуже швидко убиває в екрані, проникаючи в нього на незначну глибину. Чим більша магнітна проникність екрана і вища частота випромінювання, тим меншою буде глибина проникнення. Спосіб поліпшення екранування за рахунок потовщення стінки не є оптимальним. Ефективніше працюють багатошарові екрани з проміжками між шарами, для яких коефіцієнт екранування дорівнює добутку коефіцієнтів для окремих шарів. Саме багатошарові екрани (зовнішні – з магнітних матеріалів, внутрішні – з пермалою або мю-металу) складають основу конструкцій екранів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кузнецов А. Н. Биофизика электромагнитных воздействий / Кузнецов А. Н. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 254 с.
2. Артамонова В. Г. Профессиональные болезни: учеб. / Артамонова В. Г., Мухин Н. А. – 4 изд., перер., доп. – М.: Медицина, 2004. – 480 с.
3. Холодов Ю. А. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля / Ю. А. Холодов, Н. Н. Лебедева. – М.: Наука, 1992. – 136 с.
4. Грачев Н. Н. Воздействие электромагнитных полей Земли на организм человека: Средства и методы защиты от электромагнитных и ионизирующих излучений [Электронный ресурс] / Грачев Н. Н. – Режим доступа: <http://psiterror.ru/p/content/content.php/content.263>

СИСТЕМА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Новоселов С. П., Сычёва О. В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Технологии и автоматизации
производства РЭС и ЭВС, тел. (057) 702-14-86, E-mail: tapr@kture.kharkov.ua

In this paper we propose an algorithm WiFi positioning indoors. It is based on a method for positioning a mobile device radio signals from three sources. The object coordinates correspond to coordinates of the access point which radiate maximum power signal. The elements of sensor network are used as access points. A feature of these networks is a small cell radius and a large coverage area indoors.

Проблема локального позиционирования особенно остро проявляется при решении задачи навигации внутри здания с распределенной сетью проходов, комнат, этажей и корпусов. Традиционные системы GPS-навигации не могут решить данную проблему из-за достаточно большой погрешности определения координат (порядка 10 м), а также невозможностью получения данных со спутника внутри помещений.

Анализ аналогичных систем показал, что существует достаточно большое количество решений данной задачи. Однако, каждый из предложенных методов, обладает рядом недостатков, которые не позволяют использовать их на практике.

Наиболее распространенными технологиями локального позиционирования являются [1]:

- позиционирование в сотовых сетях. Точность позиционирования при таком методе определяется радиусом действия соты. И если для так называемых «пикосот» она составляет 100...150 м, то в большинстве случаев это километр и более. При использовании метода Angle of arrival (по направлению на абонента вычисляется приблизительное местонахождение в пределах площади, образованной пересечением секторов обслуживания антенных решеток) можно достичь точности 100...200 м. Если использовать метод Time of arrival (основывается на измерении времени прохождения сигнала от мобильного терминала до трех ближайших базовых станций), то точность определения позиции объекта может составить 100 м [2]. Используя гибридный метод мобильного позиционирования (использование мобильного телефона, дополненного системой GPS) можно достичь точности 15...50 м на открытой местности.

- системы позиционирования с использованием радиочастотных идентификаторов RFID-меток. Недостаток данной технологии заключается в необходимости приобретения специализированных аппаратных средств для сканирования RFID-меток;

- радиочастотное позиционирование по технологии «ближнего поля» – относительно новая технология позиционирования, которая использует метки-передатчики и одно или несколько принимающих устройств. Технология основана на том, что сдвиг фаз между электрической и магнитной составляющей электромагнитного поля изменяется по мере удаления от излучающей антенны. Недостаток у данной технологии аналогичный предыдущей;

- позиционирование на основе QR-меток. Данная технология предполагает, что пользователь самостоятельно считывает QR-код, который нанесен на двери каждого помещения, и тогда система навигации предлагает направление дальнейшего перемещения до следующей метки. В качестве недостатка можно отметить отсутствие навигации в реальном времени и необходимость ручного ввода информации.

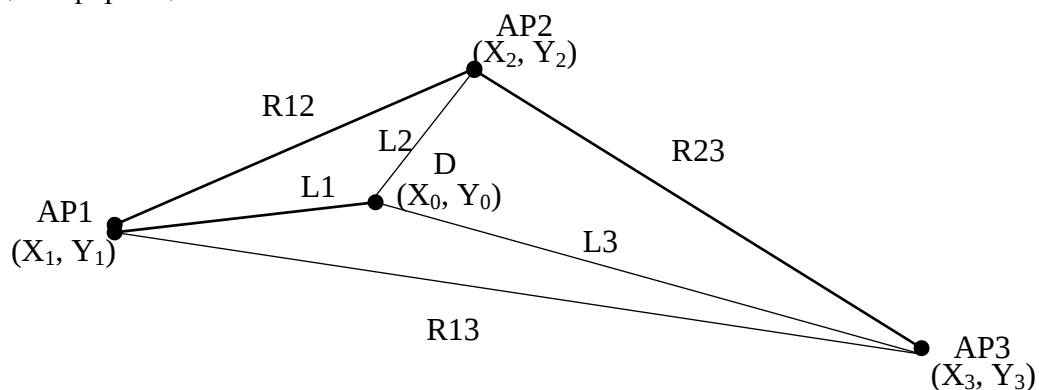


Рис. 1. Определение координат мобильного устройства в помещении на основе данных о радиосигнале от трех источников

В настоящее время одной из приоритетных является технология WiFi позиционирования. Традиционно, при использовании технологии WiFi позиционирования, в качестве маяков используются точки доступа, расположение которых заранее известно. На рис. 1 показан метод определения координат объекта внутри помещения на основе данных о радиосигнале от трех источников [3].

Как видно из рисунка, устройство D получает сигналы от трех точек доступа AP1, AP2 и AP3. Устройство D имеет координаты (X_0, Y_0) . Точки доступа расположены по координатам (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) и (X_3, Y_3) соответственно. Расстояние от устройства до каждой точки доступа – L1, L2 и L3 соответственно.

Подвижный объект сканирует наличие доступных точек доступа и сравнивает их со списком, который хранится в базе данных. Для того чтобы узнать координаты объекта необходимо, зная уровень сигнала, определить расстояние до точки доступа.

Координаты устройства определяются с помощью алгоритма взвешенного центроида (Weighted centroid) [4]. Данный алгоритм представляет собой вычисление геометрического центра плоской фигуры, образованной несколькими точками доступа. В данном случае, координаты объекта вычисляются как среднее арифметическое координат точек доступа. Алгоритм взвешенного центроида отличается тем, что у каждой вершины геометрической фигуры есть свой вес. В таком случае координаты определяются по формуле:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_i X_i}{\sum_{i=1}^N \mu_i}; \quad Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \mu_i Y_i}{\sum_{i=1}^N \mu_i};$$
$$\mu_i = \left(P_i^2 \sum_{i=1}^N \frac{1}{P_i^2} \right)^{-1},$$

где P_i – уровень сигнала до i -той точки доступа, μ_i – характеристика веса, N – количество точек доступа.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что на практике использование традиционного метода WiFi позиционирования приводит к значительным погрешностям определения координат пользовательского устройства. Это обусловлено рядом причин: разная чувствительность WiFi приемников мобильных устройств, нестабильность состояния радиоэфира, неравномерность затухания WiFi-сигнала внутри здания. Поэтому часто алгоритм определения местоположения пользователя основывается не на абсолютных, а на относительных значениях уровня сигнала [5].

Еще одной причиной ошибок при позиционировании внутри помещения является частая смена положения точек доступа, что приводит к необходимости повторной калибровки всей системы.

Учитывая указанные недостатки, в данной работе предлагается использовать в качестве точек доступа элементы сенсорной сети. Особенностью таких сетей является малый радиус соты (порядка 10...20 м), а также большое покрытие площади внутри помещения.

Предлагаемая технология предполагает наличие внутри каждого помещения хотя бы одного приемопередатчика сенсорной сети (рис. 2).

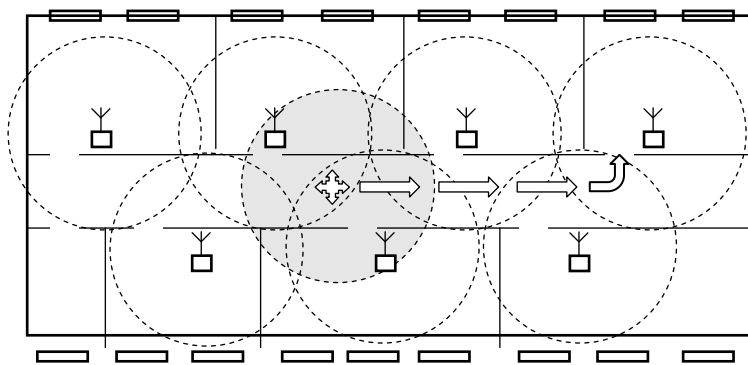


Рис. 2. План помещения с расположенными внутри элементами сенсорной сети

Каждый элемент сенсорной сети представляет собой миниатюрное устройство, внутри которого расположены приемо-передатчик, контроллер, источник питания, средства подключения сенсоров. На рис. 3 представлена структурная схема элемента сенсорной сети.

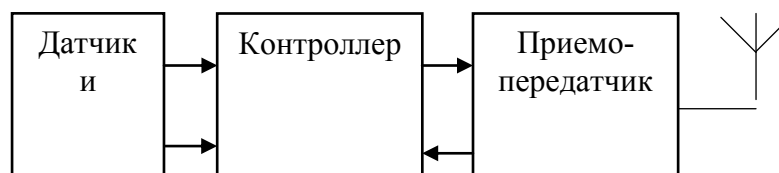


Рис. 3. Структурная схема элемента сенсорной сети

Благодаря появлению недорогих модулей WiFi на основе модуля ESP8266 стало возможным создание сенсорных сетей с достаточно большой площадью покрытия. Модули могут работать как клиент (STA), точка доступа (AP), клиент плюс точка доступа (STA+AP). Потребляемый ток – до 215 мА в зависимости от режима работы. Внутри устройства находятся процессор, память, контроллер последовательного интерфейса.

Таким образом, имея в каждом помещении по точке доступа, для навигации можно существенно повысить скорость и точность позиционирования используя сочетание двух алгоритмов. Первый - описанный ранее метод определения координат объекта внутри помещения на основе данных о радиосигнале от трех источников (рис. 1), и второй, который заключается в следующем: мобильному устройству приписываются координаты той точки доступа, которая излучает сигнал наибольшей мощности. Этот алгоритм можно считать наиболее простым с вычислительной точки зрения. Так, если в поле зрения приёмника находится четыре точки доступа AP1...AP4 (см. рис. 2), и сигнал наибольшей мощности принят от AP1, тогда устройству приписываются координаты AP1. При неоднозначности принятия решения дополнительно используется алгоритм триангуляции.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Технологии позиционирования в реальном времени [Электронный ресурс] / ООО «РТЛС» – Режим доступа: <http://www.rtlsnet.ru/technology/view/4> 24.04.2016 г. – Загл. с экрана.

2. Bahl, P. Radar: An in-building RF-based user location and tracking system / P. Bahl, V. Padmanabhan // IEEE INFOCOM. - Tel-Aviv, Israel. - Mar. 2000. - P. 775-784.
3. Аникин А. Определение местоположения мобильного объекта с помощью приемопередатчиков nanoLOC фирмы Nanotron / А. Аникин // Интеграция. - 2007 - № 9.
4. Храбров, Д. Е. Методика позиционирования и контроля посещаемости студентов на основании WiFi-сети университета / Д. Е. Храбров, И. А. Мурашко // Информационные технологии и системы 2014 (ИТС 2014): материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск, Беларусь, 29 октября 2014 г. – Information Technologies and Systems 2014 (ITS 2014): Proceeding of The International Conference, BSUIR, Minsk, 29th October 2014 / редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск: БГУИР, 2014. – С. 254–255.
5. Аверин И. М. Позиционирование пользователей с использованием инфраструктуры локальных беспроводных сетей / И. М. Аверин, В.Ю. Семенов // IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь». - ИРЭ РАН. - 29 ноября -3 декабря 2010 . – С. 256-262.

ОЦЕНКА ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ

Олейник В.П., Кулиш С.Н.

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»

61070, Харьков, ул. Чкалова 17, каф. производства радиоэлектронных систем
летательных аппаратов, тел. (057) 788-43-53, e-mail: oliynuk@xai.edu.ua

The evaluation of the existing electromagnetic factors hardware information-wave therapy. It is shown that the energy impact on the human body substantially below the statutory norms.

ВВЕДЕНИЕ.

Информационно-волновая терапия (ИВТ) основана на использовании широкополосных детерминированных и случайных (стохастических, шумовых) электромагнитных излучений (ЭМИ) сверхнизкой интенсивности, действующих дистанционно на выделенные зоны кожной поверхности с целью профилактики и лечения заболеваний человека и животных. Для метода ИВТ принципиально важными являются низкая энергия излучения, соизмеримая с энергией тепловых флуктуаций, широкая полоса частот, зависимость спектральной плотности от частоты и наличие дискретных полос, близких по спектру биоритмическим частотам различных иерархических уровней организма. Считается, что для обеспечения необходимого биологического эффекта, максимальные частоты излучения должны быть не менее 60...300 ГГц [1].

Актуальной задачей корректного внедрения ИВТ- технологий в клиническую практику помимо чисто медицинских исследований является оценка излучательных характеристик применяемых электронных технических средств. В первую очередь это относится к основному действующему фактору – широкополосному электромагнитному излучению со спектром по типу фликкер-шума, воспроизводящего диапазоны частот излучения живых клеток при спектральной плотности мощности шума не выше 10^{-16} Вт/см²·Гц.

Вторая международная научно-техническая конференция
Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей
связи

Алфавитный список

А	З	Р
Ali Salem Ali 15	Зима И.И. 33	Разумов-Фризюк Е.А. 80
Aymen M. Al-Dulaimi 7	Зинченко М.В. 25	Рожнова Т.Г. 84
Ali Al-Ansari 99	Зиньковский Ю.Ф. 25	С
Aymen M. Al-Dulaimi 99	И	Сабрекова А. И. 40
В	Иваненко С.А. 23	Сабурова С.А. 87
Bespalchuk B.I. 20	К	Сакун О.А. 64
F	Кадацкая О.И. 87	Сеилханов Р.Л. 75
Fomovskyi F.V. 20	Колесников А.Н. 36	Сычёва О. В. 67
H	Кулиш С.Н. 71	Стародубцев Н.Г. 102
Hevar Adnan 11	Куля Ю.Э. 93	Т
L	Курило Д. А. 40	Теслюк С.И. 80
Loshakov V.A. 11	Л	Токарева О.В. 57
M	Лега А.С. 47	Токарь Л. А. 91
Marchenko D. 11	Лемешко А.В. 49	Ф
Martynchuk A.A. 11	Лебедев В.О. 43, 54	Филипенко А.И. 29
Y	M	Филиппенко О.И. 93
Yurko A.A. 20	Макаров С.А. 43, 54	Фомовська О.В. 64
Б	Малик Б. О. 57	Ш
Безрук В.М. 23	Москалец Н.В. 91, 95	Шостко И.С. 93
Боцман А.С. 31	Н	
В	Наритник Т.М. 61	
Висоцький О.В. 54	Нгугу Нкая Сети 73	
Во Зуй Фук 25	Нетикова Л. И. 91	
Водолазский М.В. 36	Никифоров В.В. 64	
Г	Новоселов С. П. 40, 47, 67	
Гарагуля А.В. 36	О	
Грицан Ю.В. 75	Олейник В.П. 71	
Д	П	
Донсков А.Н. 29	Павліченко О.А. 43	
Е	Пастушенко Н.С. 73	
Еременко А.С. 49	Поздняк В.П. 54	
Ж	Пономарева А.В. 75	
Жарикова И.В. 31	Поповский В.В. 95	
Жирнов В.В. 33		