

УДК 551.594.6 + 621.391.821

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В БУРЯТИИ**

**Г. И. Дружин<sup>1</sup>, Ю. Б. Башкуев<sup>2</sup>, И. Б. Нагуслаева<sup>2</sup>,  
Н. В. Чернева<sup>1</sup>, Б. М. Шевцов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 684034, с. Паратунка, Камчатский край

<sup>2</sup> Институт физического материаловедения СО РАН, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой 6

E-mail: drug@ikir.ru, buddich@mail.ru, idam@mail.ru, nina@ikir.ru, bshev@ikir.ru

Проведен сравнительный анализ данных, полученных с помощью мировой сети WWLLN о грозовой активности на территории Забайкалья и с помощью аппаратуры, установленной в Бурятии за наблюдением естественного импульсного электромагнитного поля Земли. Получены суточные и сезонные зависимости количества наблюдаемых на территории Забайкалья грозовых разрядов. Показано, что при регистрации излучений аппаратурой, имеющейся в Бурятии, в суточном ходе наблюдаются максимумы, совпадающие с основными мировыми очагами гроз.

*Ключевые слова: грозы, мировые очаги гроз, естественное электромагнитное поле, электромагнитное излучение*

© Дружин Г. И. и др., 2016

PACS 41.20.Jb

## **EARTH'S ELECTROMAGNETIC FIELD BY OBSERVATIONS IN BURYATIA**

**G. I. Druzhin<sup>1</sup>, Y. B. Bashkuev<sup>2</sup>, I. B. Naguslaeva<sup>2</sup>,  
N. V. Cherneva<sup>1</sup>, B. M. Shevtsov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS, 684034, Paratunka, Kamchatskiy kray

<sup>2</sup> Institute of physical materials science SB RAS, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova str. 6

E-mail: drug@ikir.ru, buddich@mail.ru, idam@mail.ru, nina@ikir.ru, bshev@ikir.ru

The data obtained by the World Wide Lightning Location Network (WWLLN) in the territory of Zabaykal'e are compared with the data received by the equipment for observations of Earth's natural pulse electromagnetic field installed in Buryatia. Diurnal and seasonal dependence of lightning strokes observed in Zabaikal'e territory were obtained. It was shown that the maxima in diurnal variation registered by the instrumentation in Buryatiya coincide with the main world lightning sources.

*Key words: thunderstorms, the world's centers of thunderstorms, a natural electromagnetic field, electromagnetic radiation.*

© Druzhin G. I. et al, 2016

## Введение

Грозовая активность является опасным явлением. Информацию о грозах можно использовать в различных областях человеческой деятельности. Молниевые разряды могут наносить значительный ущерб за счет наведенных токов в линиях электропередач и кабельных линиях связи. Информация о грозах важна для обеспечения безопасности полетов самолетов, судов, находящихся в море, предупреждения лесных пожаров от грозовой активности. Например, в [<http://www.altmedia.ru/index.php/component/k2/item/797-grozy-stali-prichinoj-pozharov-v-zabajkalskom-natsionalnom-parke>] пишется, что в июле 2015 г. «в Бурятии лесные пожары зарегистрированы на территории Забайкальского национального парка. По данным Республиканского агентства лесного хозяйства, причиной возгораний на охраняемых территориях стали сухие грозы, сообщает ТАСС».

Для исследования грозовой активности создана Всемирная сеть локализации гроз WWLLN [<http://wwlln.com>], которая включает в себя около 50 станций, расположенных по всему земному шару. Сеть WWLLN позволяет с хорошей точностью определять местоположения грозовых разрядов. Однако эта сеть регистрирует только мощные грозовые разряды. В отдельных регионах Земли она не может обнаружить некоторые грозы из-за больших расстояний до пунктов регистрации и малым их количеством.

В районах Восточной Сибири инструментальные наблюдения за грозовой активностью проводятся лишь в отдельных регионах [1, 2]. Исследование излучений, связанных с естественным импульсным электромагнитным полем Земли (ЕИЭМПЗ), проводится в Забайкалье, в Бурятии. Но в настоящее время имеющиеся там пункты регистрации не входят во всемирную сеть WWLLN, поэтому там нет возможности проводить мониторинг грозовой активности с определением местоположения грозовых источников.

Целью работы является по данным всемирной сети WWLLN и данным регистрации ЕИЭМПЗ на территории Бурятии определить основные характеристики излучений от грозовых источников и показать возможности использования сети WWLLN для мониторинга грозовой активности в Бурятии.

## Аппаратура и методы исследований

Некоторые результаты исследований и описание сети WWLLN приведены в [3]. Регистрация ЕИЭМПЗ осуществлялась в г. Улан-Уде, в Институте физического материаловедения СО РАН (ИФМ СО РАН). Наблюдения за плотностью потока ЕИЭМПЗ проводилось в ОНЧ диапазоне с 31 марта 2008 г. по настоящее время, с помощью многоканального геофизического регистратора МГР-01 [4].

По данным регистрации магнитных составляющих ЕИЭМПЗ с направлений север-юг и восток-запад была построена временная зависимость количества импульсов за 2008 – 2015 годы (рис. 1).

Годовой ход импульсных разрядов имеет хорошую повторяемость. Наибольшее количество импульсных разрядов наблюдалось летом и достигало 100 000 и более, в зимний же период среднее значение импульсов не превышало нескольких сотен.

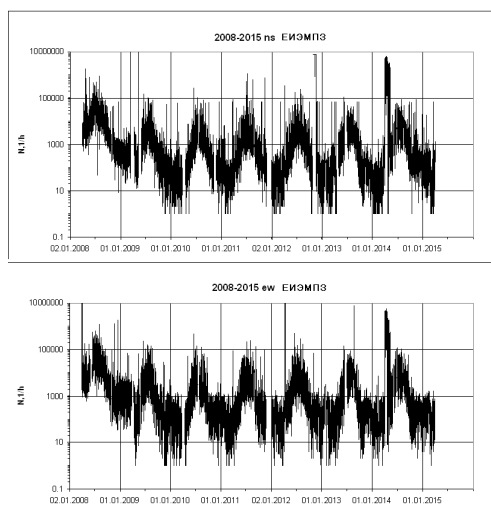


Рис. 1. Грозовые разряды N, зарегистрированные в Бурятии с направлений север – юг (n-s) и восток – запад (e-w) за 2008 – 2015 гг.

### Годовой ход

Для более подробного рассмотрения годового хода был выбран 2013 год и для него построена зависимость количества импульсов, зарегистрированных сетью WWLLN и аппаратурой ЕИЭМПЗ с направлений север-юг и восток-запад (рис.2).

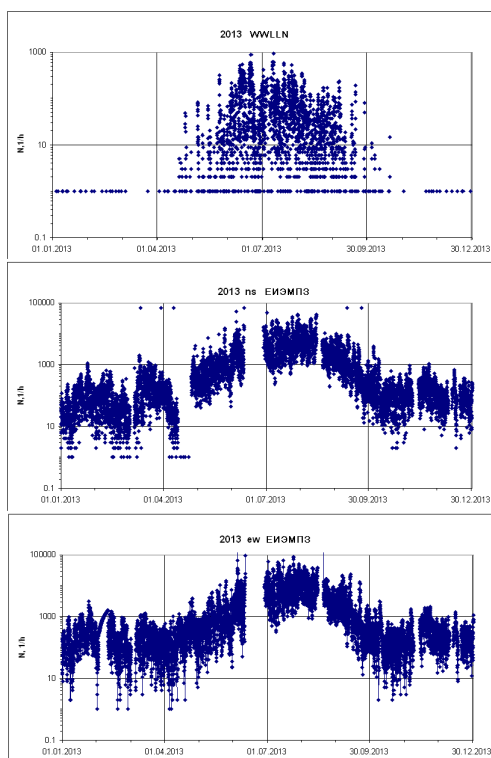


Рис. 2. Грозовые разряды N, зарегистрированные сетью WWLLN (вверху) и аппаратурой ЕИЭМПЗ с направлений север – юг (n-s) и восток – запад (e-w) в 2013 г.

Подсчет количества импульсов от гроз по данным сети WWLLN осуществлялся из области (рис. 3), ограниченной координатами  $(45^{\circ} - 55^{\circ})N$ ,  $(100^{\circ} - 115^{\circ})E$ , в центре которой находился пункт регистрации ЕИЭМПЗ г. Улан-Уде ( $\varphi=51.83^{\circ}$ ,  $\lambda=107.62^{\circ}$ ).

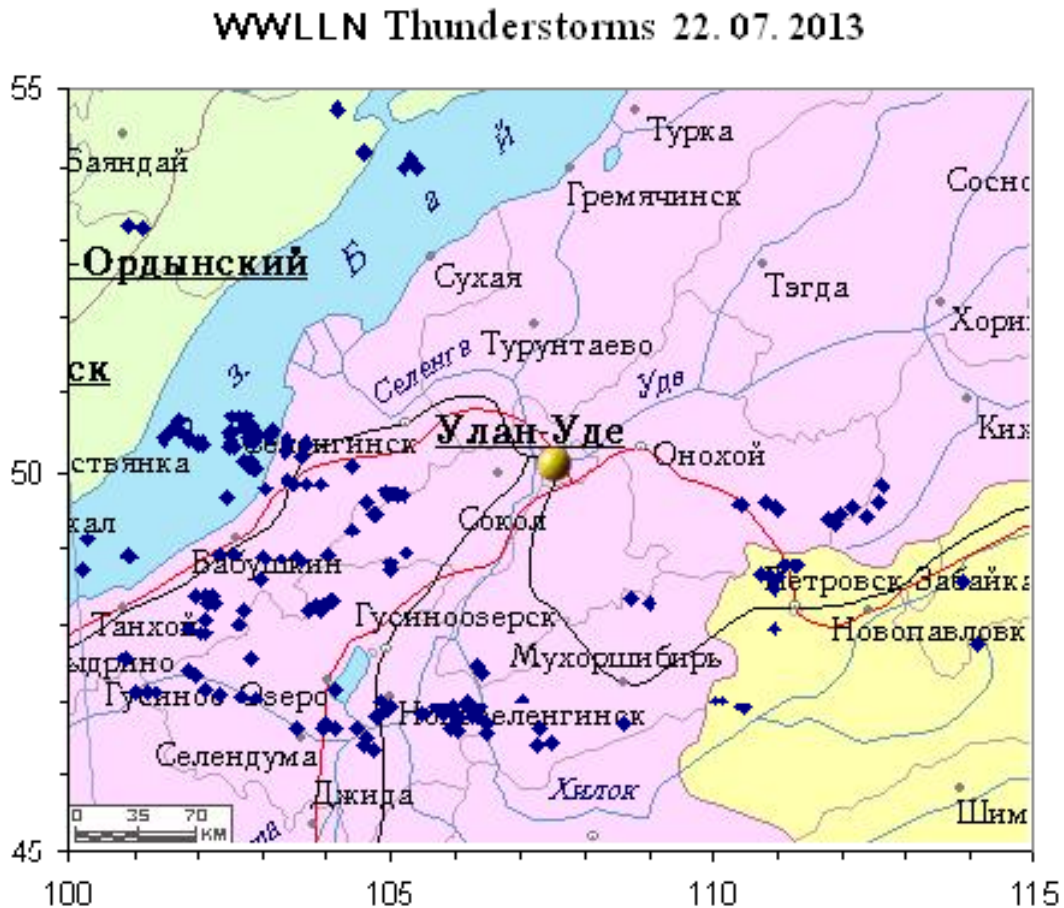


Рис. 3. Выбранная для подсчета количества гроз область на территории Забайкалья. Квадратиками обозначены грозовые разряды, произошедшие 22 июля 2013 г.

Из рис. 2 видно, что количество гроз по данным сети WWLLN составляло  $\sim (1 - 1000) 1/ч$ , а количество импульсов, принятых аппаратурой ЕИЭМПЗ  $\sim (1 - 100000) 1/ч$ . В основном количество зарегистрированных аппаратурой ЕИЭМПЗ импульсов было на два порядка больше принятых сетью WWLLN.

Разница в количестве регистрируемых излучений между WWLLN и ЕИЭМПЗ объясняется тем, что в зимой местные грозы происходят очень редко и сеть WWLLN их не регистрирует, а аппаратура ЕИЭМПЗ принимает, кроме местных гроз, еще и удаленные грозы, а также излучения от мировых очагов гроз, происходящих в приэкваториальных областях Земли [5]. Ранее грозы от мировых очагов регистрировались даже в более удаленных от экватора северно-восточных регионах России [?].

### Суточный ход

Суточный ход усредненных за месячный период импульсов, принятых сетью WWLLN и станцией ЕИЭМПЗ, приведен на рис. 4, в нижней части которого показан суточный ход мировой грозовой активности [5].

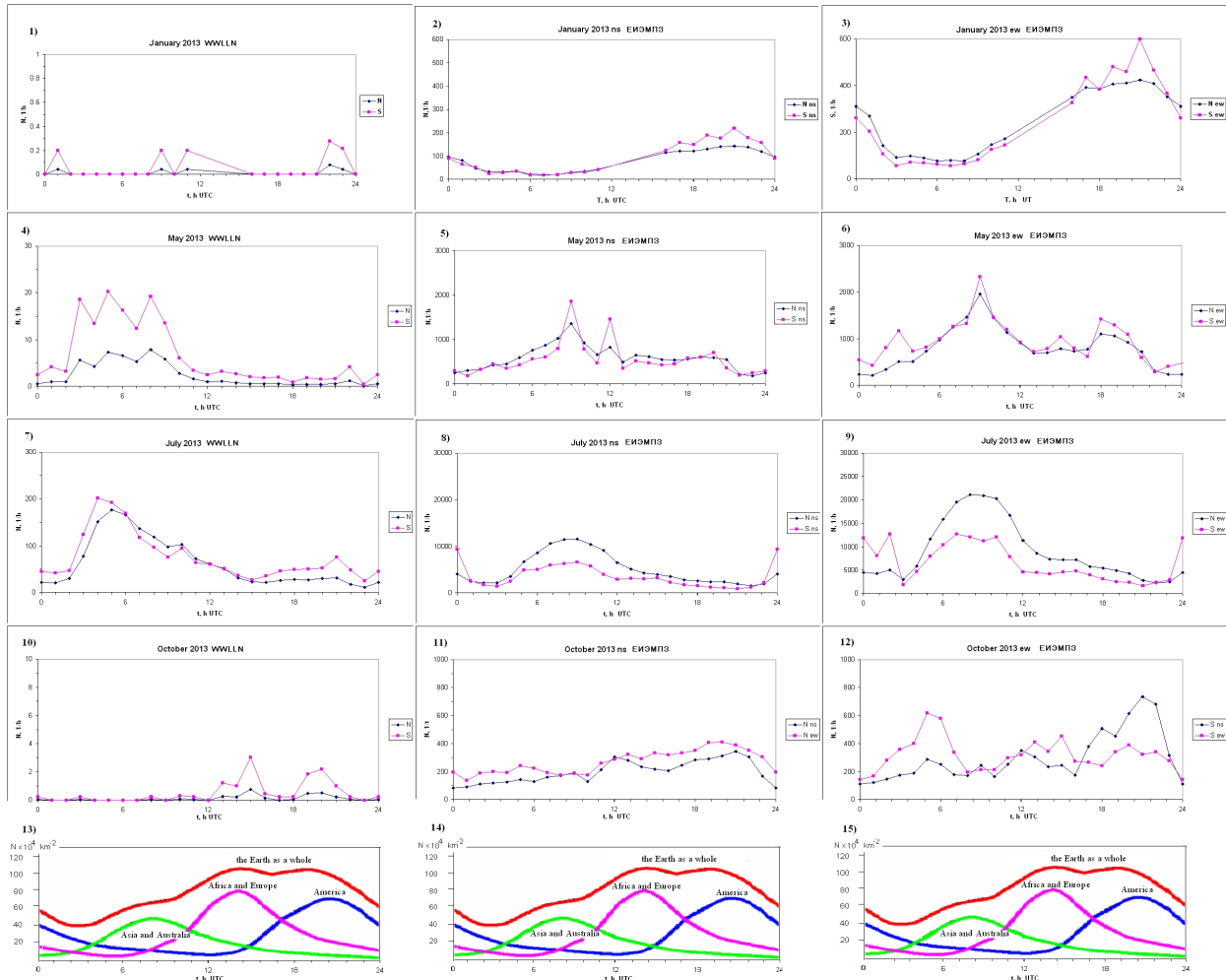


Рис. 4. Суточный ход усредненных за месячный период импульсов, принятых сетью WWLLN и станцией ЕИЭМПЗ в январе, мае, июле, ноябре 2013 г. (N – средние значения, S – среднеквадратичные отклонения). Внизу – суточный ход мировой грозовой активности.

Видно, что сеть WWLLN в январе (рис. 4, 1) зарегистрировала очень малое количество гроз. Практически местные грозы в зимнее время отсутствуют, поэтому явно суточный ход не наблюдается. В это же время аппаратура ЕИЭМПЗ зарегистрировала большое их количество, имеется суточный ход, максимум излучения наблюдается в ~ 20 ч UTC (рис. 4,2-3). Это примерно совпадает с максимумом грозовой активности Американского грозового очага (рис. 4,14-15). При этом с направления восток-запад принято значительно больше импульсов, чем с направления север-юг. Это свидетельствует также в пользу приема излучений с Американского грозового очага, который находится в восточном от Бурятии направлении. Имеется еще один меньший по величине максимум в 0 ч UTC, который также совпадает с меньшим по величине максимумом грозовой активности Американского грозового очага.

В мае количество гроз, зарегистрированных сетью WWLLN, заметно возросло и виден явно суточный ход, максимум которого приходится на  $\sim 6$  ч UTC (рис. 4,4). Это послеполуденное время в Бурятии — 16 ч. LT. Данные ЕИЭМПЗ показывают, что максимальное значение приходится на 9 ч UTC (рис. 4,5-6), вечернее время, 19 ч LT. Это расхождение во времени наступления максимумов может быть обусловлено тем, что сеть WWLLN принимает излучения от гроз, находящихся в выделенной области ( $45^{\circ} - 55^{\circ}$ N,  $100^{\circ} - 115^{\circ}$ E), а аппаратура ЕИЭМПЗ регистрирует излучения и вне этой области, в основном из юго-восточных направлений. Виден в мае также меньший по величине максимум ЕИЭМПЗ в  $\sim 19$  ч UTC., который практически совпадает с максимумом, зарегистрированным в январе и совпадающим с Американским грозовым очагом.

В летний период, в июле, наблюдался годовой максимум грозовой активности. Сетью WWLLN зарегистрировано максимальное количество гроз в  $\sim 5$  ч UTC (рис. 4, 7). Максимум в излучении ЕИЭМПЗ приходится на  $\sim 8$  ч UTC (рис. 4, 8-9). Исходя из этого можно заключить, что аппаратура ЕИЭМПЗ принимала излучения в за выделенной областью, предположительно с южных направлений. Отметим, что 8 ч UTC примерно совпадает со временем максимальной активности грозового очага Азии и Австралии (рис. 4,14-15). Этот грозовой очаг к пункту наблюдения находится ближе всех мировых очагов.

В октябре сетью WWLLN в выделенной области (рис. 3) было зарегистрировано очень малое количество гроз и суточный ход явно не наблюдается (рис. 4, 10), в то время как суточный ход ЕИЭМПЗ виден явно (рис. 4, 11-12). В это время года по данным ЕИЭМПЗ наблюдалось три максимума, каждый из которых по времени примерно совпадает с соответствующими мировыми грозовыми очагами (рис. 4, 14-15). Можно полагать, что в октябре аппаратура ЕИЭМПЗ регистрировала в основном удаленные грозы.

## Заключение

1. Проведены измерения количества грозовых разрядов, зарегистрированных аппаратурой ЕИЭМПЗ за 2008 – 2015 гг. на территории Бурятии. Получены суточные и сезонные зависимости за 2013 г. количества наблюдаемых на территории Забайкалья грозовых разрядов с применением Всемирной сети локализации гроз WWLLN и такие же зависимости, зарегистрированные аппаратурой ЕИЭМПЗ.

2. Проведен сравнительный анализ данных с применением сети WWLLN и аппаратуры ЕИЭМПЗ, регистрирующей излучения на территории Забайкалья. Анализ показал, что наблюдаемое количество гроз в течение года по данным сети WWLLN изменяется в диапазоне  $\sim(1 - 1000)$  1/ч, а аппаратура ЕИЭМПЗ принимает импульсы от грозовых разрядов в среднем на два порядка больше. Разница в их количестве объясняется тем, что аппаратура ЕИЭМПЗ принимает излучения как от местных, так и от удаленных источников, в том числе и от мировых очагов гроз.

3. Проведено сравнение суточного хода излучений по данным сети WWLLN и по данным ЕИЭМПЗ с суточным ходом Африканского (Африка и Европа), Азиатского (Азия и Австралия) и Американского грозовых очагов. Получено, что в суточном ходе, регистрируемой аппаратурой ЕИЭМПЗ на территории Забайкалья, наблюдаются максимумы, совпадающие с мировыми очагами гроз.

4. Установка на территории Бурятии аппаратуры, входящей в мировую сеть WWLLN, позволит более точно регистрировать грозовые источники на территории Забайкалья, а также поможет оперативно реагировать на негативные процессы, происходящие из-за воздействия грозовой активности.

## Список литературы

- [1] Козлов В.И., Муллаяров В.А, *Грозовая активность в Якутии*, изд. ЯФ СО РАН, Якутск, 2004, 104 с., [Kozlov V.I., Mullayarov V.A Grozovaya aktivnost' v Yakutii. Yakutsk. izd. YaF SO RAN. 2004. 104 (in Russian)].
- [2] Дружин Г. И., Чернева Н. В., Мельников А. Н., “Грозовая активность по наблюдениям ОНЧ-излучения на Камчатке”, *Геомagnetизм и аэрономия*, **49**:8 (2009), 1305–1307, [Druzhin G. I., Cherneva N. V., Mel'nikov A. N. Grozovaya aktivnost' po nablyudeniya ONCh-izlucheniya na Kamchatke. Geomagnetizm i aeronomiya. 2009. 49:8. 1305–1307 (in Russian)].
- [3] Holzworth R.H., Rodger C.J., Thomas J.N., Pinto O., Jr., Dowden R.L., “WWLL global lightning detection system: Regional validation study in Brazil Lay, E.H.”, *Geophysical Research Letters*, **31**:3 (2004), 5.
- [4] Афраймович Э.Л. и др., *Сейсмоионосферные и сейсмoeлектромагнитные процессы в Байкальской рифтовой зоне*, Изд-во СО РАН, Новосибирск, 2012, 304 с., [Afraymovich E.L. i dr. Seysmoionosfernye i seysmoelektromagnitnye protsessy v Baykal'skoy riftovoy zone. Novosibirsk. Izd-vo SO RAN. 2012. 304 (in Russian)].
- [5] *Справочник по геофизике*, Наука, М., 1965, 571 с. [Spravochnik po geofizike. Moskva. Nauka. 1965. 571 (in Russian)] с.
- [6] Дружин Г. И., Шапаев В. И., “Роль мировой грозовой активности в формировании амплитуды регулярного шумового фона”, *Геомagnetизм и аэрономия*, **28**:1 (1988), 81–86, [Druzhin G. I., Shapaev V. I. Rol' mirovoy grozovoy aktivnosti v formirovanii amplitudy regul'yarnogo shumovogo fona. Geomagnetizm i aeronomiya. 1988. 28:1. 81–86 (in Russian)].

**Для цитирования:** Дружин Г.И., Башкуев Ю.Б., Нагуслаева И.Б., Чернева Н.В., Шевцов Б.М. Электромагнитное поле земли по наблюдениям в Бурятии // *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2016. № 4(15). С. 99-105. DOI: 10.18454/2079-6641-2016-15-4-99-105

**For citation:** Druzhin G. I., Bashkuev Y. B., Naguslaeva I. B., Cherneva N. V., Shevtsov B. M. Earth's electromagnetic field by observations in Buryatia, *Vestnik KRAUNC. Fiz.-mat. nauki*. 2016, **15**: 4, 99-105. DOI: 10.18454/2079-6641-2016-15-4-99-105

Поступила в редакцию / Original article submitted: 07.09.2016