



РАЗДЕЛ III ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ

УДК 621.771.23-669.1.01.3

Мазур В. Л.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ УКРАИНЫ

Примерно десять лет назад горно-металлургический комплекс (ГМК) Украины, обеспечивал более 25% внутреннего валового продукта и более 40% валютных поступлений [1]. Однако в последние годы объемы выплавки стали и производства металлопродукции начали неуклонно уменьшаться. В 2013 году объем выплавки стали составил 32,7, в 2014 году 27,2 млн. т. Экспортная выручка от продажи за рубеж украинской металлопродукции уменьшилась в 2014 году примерно на \$10 млрд. Ожидалось [2], что даже согласно пессимистическому прогнозу объем выплавки стали в недалеком будущем сократится до 26 млн. т. в год. Однако реалии 2015 года свидетельствуют об уменьшении в Украине объемов выплавки стали до ~23 млн. т.

Объяснять такие результаты работы ГМК исключительно трудностями, связанными с проведением АТО в Донецкой и Луганской областях Украины, неправильно, поскольку негативный тренд развития украинской металлургии был очевиден и ранее [2–3]. Основная причина падения эффективности ГМК состоит в том, что за двадцать лет независимости Украины крайне недостаточно уделялось внимания и вкладывалось финансовых ресурсов в модернизацию и реконструкцию металлургического производства. В результате украинская металлургия в техническом и технологическом аспектах существенно отстала даже от российской, нашего ближайшего конкурента [1–4]. Например, в Украине энергоемкость доменного производства на 14–20%, сталеплавильного – на 16–40%, прокатного – на 20–50% выше, чем в Европе и других технически развитых государствах мира [5]. Существенной проблемой, тормозящей развитие металлургии, является отсутствие в Украине взвешенной промышленной политики в рамках государства. И это при наличии высокого научно-технического потенциала ГМК Украины.

Приведем один показательный пример.

Как известно Украина экспортирует ~40 млн. т. железорудного сырья в год. В предыдущие годы чистая прибыль от экспорта одной тонны руды достигала ~\$100, и составляла несколько миллиардов долларов США в год. Однако эти средства не были инвестированы в реконструкцию и модернизацию металлургии. Ныне цены на железорудное сырье существенно снизились и ресурс для ликвидации отставания ГМК Украины от современного мирового уровня за счет экспорта руды сократился до минимума.

Другой пример ошибочной промышленной политики в государстве состоит в следующем.

Уменьшение в 2014–2015 годах экспорта украинской металлопродукции и, как результат, сокращение почти на 40% объемов поступающей в Украину валюты крайне негативно отразилось на курсе гривны. Казалось бы, сложившаяся ситуация обязует правительство Украины сосредоточиться на поиске и реализации неиспользованных резервов в этой сфере. Однако практика показывает, что вследствие недостаточной компетенции или нежелания что-то менять, действия власти в названном направлении пока не приводят к желаемым результатам.

На протяжении десятилетий Украина являлась одним из крупнейших в Европе заготовителей и экспортеров металлолома. В конце 2000-х в Украине ежегодно заготавливали 8–11 млн. т. лома черных металлов, а экспорт этого сырья достигал 5 млн. т. Металлолома с излишком хватало и для отечественной металлургии, и для экспорта. По данным Украинской ассоциации вторичных металлов (УАВтормет), в 2000 году на внутренний рынок было поставлено 5,89 млн. т. лома черных металлов, а на экспорт – 5,188 млн. т. Украина экспор-

тировала примерно половину объема собираемого металлолома. Экспорт металлолома обеспечивал поступление в Украину около 1 млрд. долл.

Общеизвестно, что каждое государство стремится увеличить свой экспорт. Однако в Украине объемы экспорта лома черных металлов, начиная с 2001 года, неуклонно сокращались и составили в 2012 году 367 тыс. т., а в 2013 – всего 255 тыс. т. Один из аргументов, с помощью которого власть обосновывала и обосновывает сегодня ограничение экспорта металлолома, состоит в том, что будто бы при снятии ограничений на экспорт этого сырья его не хватит отечественным металлургам. Поэтому возникает закономерный вопрос: а сколько же необходимо лома черных металлов для функционирования украинской металлургии, в том числе с учетом перспектив развития отрасли, о чем будет идти речь далее.

Рассмотрим этот вопрос детально.

На украинские металлургические заводы в 2013–2014 годах было поставлено 4,45 и 3,37 млн. т. лома черных металлов (соответственно по годам). Заготовлено было по ~5,5 млн. т. в год. Для производства запланированного количества стали в целом по Украине металлургии в 2013 и 2014 годах использовали 13 и 12% привезенного со стороны лома черных металлов. Относительное снижение потребности сталеплавильщиков в привезенном металлоломе с ~18% на 1 тонну стали в 2000 году до 12% в 2014–2015 годах обусловлено постепенным выводом из эксплуатации устаревших мартеновских печей. Подчеркнем, что речь идет только о привезенном со стороны на металлургические заводы металлоломе. На метзаводах при производстве металлопродукции образуется ещё и собственный, так называемый оборотный лом, количество которого на всех заводах разное и зависит оно от состава оборудования и принятой технологии.

Структура сталеплавильных мощностей в Украине в 2015 и последующих годах не изменится. Останется прежней и технология выплавки стали. По результатам фактического производства металлопродукции в январе–сентябре 2015 г. объем выплавки стали в 2015 году составит ~23 млн. т. Следовательно, для выплавки такого количества стали украинским металлургам потребуется $23 \times 0,12 = 2,76$ млн. т. привезенного металлолома (ориентируемся на показатель 2014 года, равный 12% потребности металлургов в ломе относительно объемов выплавляемой стали). Получается, что, если в 2015 году будет заготовлено ~5,5 млн. т. лома черных металлов, как это было в 2013 и 2014 годах, то Украина может и должна экспортировать примерно 2,5–3,0 млн. т. этого сырья. Планы государственных органов разрешить в 2015 году экспорт лома черных металлов в объеме всего 1,25 млн. т. представляются ошибочными и наносящими ущерб экономике Украины, поскольку экспортные возможности Украины в полной мере не используются. Заметим, что в России потребность в металлоломе значительно больше, чем в Украине, поскольку металлургия России в последние годы существенно нарастила электросталеплавильные мощности [4, 6].

Один из основополагающих моментов в реализуемой ныне схеме ограничения экспорта лома черных металлов состоит в том, что Министерство экономического развития и торговли Украины (Минэкономразвития) определяет объемы экспорта лома черных металлов на основе прогнозного баланса его заготовки, поставок на внутренний рынок и экспорта. На протяжении многих последних лет прогнозные балансы не совпадали с реальными показателями работы отрасли. Потребность металлургической отрасли в привозимом на предприятия со стороны металлоломе завывшалась на 20–25%. Принятием решений на основе недоверенных балансов наносился реальный ущерб экономике Украины.

Ограничение экспорта металлолома вынуждают ломозаготовителей продавать его металлургам по ценам, заниженным по сравнению с мировыми на 25–30%, да ещё и с отсрочкой оплаты поставленного на заводы сырья. При этом в качестве отвлекающего от сути проблемы приема выдвигается утверждение, что выгоднее лом не экспортировать, а перерабатывать на украинских заводах в чугун, сталь, заготовку, слябы, катанку и продавать уже металлопродукцию с добавленной стоимостью. Подобная постановка вопроса в рассматриваемом случае неправомерна по следующим причинам [7].

Вопрос о том, что выгоднее – перерабатывать металлолом на украинских заводах или экспортировать, допустимо ставить только в случае нехватки этого сырья в государстве. То есть, когда надо решать – направлять это сырье на украинские предприятия или экспор-

тировать. Но ситуация в Украине не требует такого решения, поскольку Украина затоварена ломом черных металлов. Украинские предприятия имеют неограниченные возможности купить на внутреннем рынке столько металлолома, сколько им необходимо для выплавки стали. При этом весь заготовливаемый ныне лом черных металлов металлургия Украины объективно не сможет переработать из-за отсутствия необходимых для этого сталеплавильных мощностей. Излишние объемы собираемого лома черных металлов, а это в 2015 году и последующих годах будет более 2 млн. т., необходимо экспортировать.

Согласно одному из основных положений экономической теории, каждое государство должно стремиться к экспорту не энергоносителей и сырья, а продукции с высокой добавленной стоимостью. Это правильно в принципе. Однако на отдельных металлургических предприятиях Украины стоимость переработки лома черных металлов в заготовку, слябы, арматуру, катанку выше разности между экспортными ценами названной металлопродукции и металлолома на мировых рынках. Поэтому ответ на вопрос, что выгоднее экспортировать – металлолом в чистом виде или полуфабрикаты (т.е. по сути, переплавленный лом черных металлов), неоднозначен, так как зависит от конкретных условий в рассматриваемый период времени (себестоимости переработки на каждом заводе, цен на сырье и энергоносители, конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков полуфабрикатов и готовой продукции и др.). Подтверждающие сказанное оценочные суждения и ориентировочные расчеты приведены в наших публикациях [8,9]. Дополнительно можно сообщить, что на одном современном электрометаллургическом заводе в Украине затраты на производство тонны заготовки составляют примерно 210 долл. Причем, расходный коэффициент металлолома на выплавку стали равен 1,12–1,13. Это значит, что заработок от экспорта 1 тонны заготовки следует сопоставлять с выручкой от экспорта 1,12–1,13 тонн металлолома. В итоге при нынешней высокой стоимости металлургического передела на некоторых заводах нередко выгоднее экспортировать лом, чем его переплавлять и перерабатывать в заготовку или слябы, а далее экспортировать эти полуфабрикаты.

На современном этапе эволюции промышленного производства металлургия развивается в основном по двум стратегическим направлениям. Первое ориентировано на крупные комбинаты (годовой объем производства – от 3–5 млн. до 10 млн. т. и более готовой продукции) с полным металлургическим циклом, которые работают по технологической схеме: руда – уголь (кокс) – чугун – сталь – прокат. Второе базируется на электросталеплавильном процессе, в котором технологическая цепочка существенно короче: металлолом (или железо прямого восстановления) – сталь – прокат. По такой схеме работают мини-заводы (годовой объем производства – около 1,0–1,5 млн. т.). Отметим также, что в течении последних лет в разных точках мира было построено также немало электрометаллургических микроразводов сравнительно небольшой производительности: от 50–100 тыс. до 300–500 тыс. т. стали в год. Примеры проектирования в Украине мини- и микрометаллургических заводов приведены в статье [10].

Выбор направления развития металлургии в каждой стране зависит от сырьевой базы, энергообеспеченности, транспортной инфраструктуры, наличия и стоимости рабочей силы, а также от других условий.

Основу металлургии Украины составляют главным образом металлургические комбинаты и заводы полного металлургического цикла проектной мощностью 3–5 млн. т. стали в год и более, построенные много десятилетий назад. Это Мариупольские металлургические комбинаты им. Ильича и «Азовсталь», «АрселорМиттал.КривойРог», Алчевский металлургический комбинат, Днепровский металлургический комбинат им. Ф.Э. Дзержинского, «Запорожсталь». Наряду с эксплуатацией этих крупных промышленных объектов в Украине функционируют электрометаллургические заводы производительностью до 1,0–1,5 млн. т. стали в год (например, электросталеплавильный комплекс «Интерпайп Сталь» в Днепропетровске) и несколько металлургических микропредприятий.

Металлургические комбинаты полного цикла, которые имеют в своем составе доменные печи и конвертеры, могут работать только на руде, вообще без использования металлолома, который на таких предприятиях является дополнительной сырьевой составляющей. Производство железорудного сырья в Украине в 2010–2012 годах на 30–35% превышало потребности металлургических комбинатов [5]. В последние годы в связи с уменьшением про-

изводства стали избыток железорудного сырья увеличился. Поэтому поиск его реализации на внутреннем рынке представляет актуальную, но, похоже, нерешаемую задачу.

Большую часть металлолома, используемого в производстве стали, составляет оборотный лом, образующийся на собственном предприятии в виде технологических отходов металла, в частности, обрести. Эффективность использования в производстве стали различного сырья на меткомбинатах определяется, прежде всего, ценами на железную руду (соответственно чугун) и лом черных металлов. Заметим, что цены на железную руду в начале 2015 года снизились почти вдвое, и это делает её использование на внутреннем рынке весьма выгодным. Себестоимость готовой продукции на комбинатах с полным металлургическим циклом на 80% зависит от себестоимости чугуна, которая в свою очередь, решающим образом определяется ценой на железорудное сырье.

Анализ экологических аспектов различных производств и учет экологического ущерба, наносимого горно-обогатительными комбинатами (производством окатышей, агломерата) и коксохимическими заводами Украины окружающей природной среде (ОПС) показывает [8], что выбросы комбинатов с полным металлургическим циклом (особенно производящих сталь мартеновским способом) в большей мере загрязняют воздушную среду, чем выбросы заводов электросталеплавильного профиля, работающих на металлоломе. Опуская детали, в целом можно утверждать, что количество загрязнений, образующихся при производстве одной тонны готовой продукции, на металлургических мини- и микроразводах меньше, чем на комбинатах с полным металлургическим циклом, так как первые имеют более чистый в экологическом отношении прокатный передел по сравнению с комбинатами, работающими по традиционной технологии.

Ключевым вопросом в определении экономической целесообразности и вектора развития различных технологий металлургического производства в Украине является наличие необходимой сырьевой базы и энергоресурсов для реализации этих технологий.

Украинские угли, используемые для получения кокса и приготовления пылеугольного топлива для доменных печей, отличаются высоким содержанием серы, которая, попадая из чугуна в сталь, значительно ухудшает ее свойства. Задачу получения чугуна с минимально возможным содержанием серы необходимо решать не за счет закупки импортных низкосернистых углей, а путем использования в коксохимическом производстве в основном украинских углей и обессеривания чугуна на специальных установках [3]. Следовательно, наряду с повсеместным оснащением комбинатов оборудованием для вдувания в доменные печи пылеугольного топлива одним из приоритетных направлений развития металлургии Украины должно стать создание комплексов для десульфурации чугуна, как это сделано, например, практически на всех крупных металлургических предприятиях Китая [8].

Металлургия Украины является крупным потребителем электроэнергии. Очевидно, что в ближайшем будущем основными источниками энергии останутся тепловые и атомные электростанции (АЭС), а все другие типы генерации будут иметь второстепенное значение. Однако атомная энергетика Украины зависит от поставок на АЭС российских тепловыделяющих элементов, причем к 2026 г. большинство блоков украинских АЭС выработают плановый ресурс. Оба эти обстоятельства порождают определенные риски функционирования металлургических предприятий Украины, особенно ферросплавных и электросталеплавильных заводов.

Учитывая ужесточение требований к промышленным объектам по уровню загрязнения окружающей среды, а также указанные выше сложности и риски в обеспечении металлургического производства коксующими углями и электроэнергией, можно ответственно утверждать, что строительство в Украине нового металлургического комбината с полным металлургическим циклом в обозримом будущем нереально. Актуальным является проведение реконструкции и технического перевооружения давно построенных и пока еще действующих металлургических комбинатов [2–3, 10–11]. Примером предприятия, нуждающегося в модернизации, может служить комбинат «Запорожсталь», где уже давно вынашиваются планы по внедрению кислородно-конвертерного способа производства стали взамен морально устаревшего мартеновского. Коренной модернизации требуют широкополосные станы горячей прокатки 1680 комбината «Запорожсталь» и 1700 Мариупольского комбината им. Ильича.

Решающим фактором при рассмотрении вопроса о необходимости строительства нового горно-металлургического комбината в Украине является также отсутствие необходимого спроса на металлопродукцию массового производства со стороны внутреннего рынка. На нынешнем этапе развития отечественной экономики внутренний рынок потребляет лишь около 20 % украинского металлопроката. Вкладывать же громадные финансовые ресурсы в строительство металлургического комбината с полным металлургическим циклом, не имея внутреннего рынка сбыта продукции и ориентируясь только на вытеснение конкурентов с внешних рынков, ни один инвестор не согласится.

Таким образом, перспективы строительства металлургических электросталеплавильных мини- и микроразводов в Украине выглядят более оптимистично, чем сооружения металлургического комбината с полным металлургическим циклом.

При выборе месторасположения нового металлургического мини-завода следует прежде всего обратить внимание на западный регион Украины, в который входят Львовская, Ивано-Франковская, Тернопольская, Волынская, Ровенская, Хмельницкая, Черновицкая и Закарпатская области. Там нет металлургических предприятий и, в то же время, есть спрос на сортопрокатную металлопродукцию. Перспективным для строительства мини-металлургического завода является регион Киева и Киевской области, на который приходится до 40% потребления металлопроката строительного назначения. Однако запроектированный [10] для покрытия этой потребности мини-завод в г. Белая Церковь, по ряду причин пока не строится. Строительство такого завода на юго-востоке Украины вряд ли целесообразно, поскольку потребности этого региона в арматуре и катанке с большим запасом покрываются продукцией действующих здесь крупных металлургических комбинатов.

Необходимость в организации на территории Украины производства горяче- и холоднокатаной листовой стали с использованием технологии разлива тонких слэбов является дискуссионной, так как на отечественном рынке нет крупных потребителей тонколистовой стали, в частности автомобильного листа. Однако Украина ежегодно импортирует более 500 тыс. т. плоского проката с покрытиями и еще примерно 100 тыс. т. холоднокатаной тонколистовой стали для их нанесения. Поэтому вопрос об организации производства листового проката на основе тонкослябовой технологии заслуживает рассмотрения при условии, что готовой продукцией предприятия будет металл с покрытиями. Вместе с тем следует отметить, что, по-видимому, более целесообразно развивать производство листовой стали с покрытиями на металлургических комбинатах «Запорожсталь» и Мариупольском им. Ильича, которые уже имеют опыт и технические возможности.

Привлекательность западного региона для развития металлургического производства обусловлена еще и тем, что в случае строительства там нового металлургического мини-завода мощностью 300–500 млн. т. электростали в год нагрузка на энергосистему данного региона увеличится отнюдь не до критического уровня, особенно если расположить предприятие вблизи Хмельницкой или Ровенской АЭС.

И последнее. Западный регион Украины вполне реально может обеспечить необходимое для такого завода количество заготавливаемого металлолома. Согласно результатам исследований, выполненных ГП «Укрпромвнешэкспертиза», доля этого региона в общем объеме заготавливаемого Украиной металлолома составляет примерно 10–15 %. В 2013 г., например, в восьми западных областях Украины было собрано ~750 тыс. т. лома черных металлов, что с большим запасом перекрывает потребность в нем электросталеплавильного мини-завода.

ВЫВОДЫ

Металлургия Украины будет развиваться по пути реконструкций комбинатов с полным металлургическим циклом и, вероятно, строительства электросталеплавильных мини-заводов сортопрокатного профиля мощностью 300–500 тыс. т. продукции в год. Преимущество мини-заводов, в первую очередь, экологического характера, обусловлены отсутствием в их технологической цепочке таких промежуточных переделов как подготовка угля и железорудного сырья, аглодоменного и коксохимического производств. Наиболее перспективно расположить такой завод в Западной Украине – в непосредственной близости к энергоресурсам и потенциальным потребителям готовой продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазур В. Л. Конкурентные позиции предприятий горно-металлургического комплекса Украины / В. Л. Мазур, О. Б. Скороход // Экономика Украины. – 2009. – №3. – С. 4–18.
2. Мазур В. Л. Актуальные экономические вопросы в металлургической отрасли Украины / В. Л. Мазур, М. В. Тимошенко // Экономика Украины. – 2012. – №6. – С. 13–23.
3. Мазур В. Л. Анализ правительственных программ поддержки металлургии Украины / В. Л. Мазур, М. В. Тимошенко // Экономика Украины. – 2013. – №8. – С. 22–32.
4. Рябополов А. Г. Анализ мощностей электросталеплавильного производства в России и прогноз потребления металлолома ЭСПЦ / А. Г. Рябополов, С. А. Ботников // Сталь. – 2014. – №1. – С. 21–23.
5. Большаков В. И. Научно-техническое развитие горно-металлургического комплекса Украины на современном этапе / В. И. Большаков, Л. Г. Тубольцев // Бюллетень «Черная металлургия». – 2014. – №3. – С. 24–29.
6. Тимошпольский В. И. Технологическая и экономическая эффективность современных металлургических мини-заводов и комплексов / В. И. Тимошпольский, И. А. Трусова // Сталь. – 2014. – №7. – С. 88–105.
7. Мазур В. Л. Мимо бюджета с псевдолозунгами о поддержке металлургии / В. Л. Мазур // Товарный монитор: МЕТАЛЛУРГИЯ. – 2015. – С. 11–14.
8. Мазур В. Л. Экологические, технологические и экономические аспекты развития металлургии Украины / В. Л. Мазур, М. В. Тимошенко, С. В. Мазур // Экология и промышленность. – 2014. – №4. – С. 32–36.
9. Мазур В. Л. Проблемы регулирования рынка лома черных металлов в Украине / В. Л. Мазур, М. В. Тимошенко, С. В. Мазур // Экономика Украины. – 2014. – №11. – С. 39–50.
10. Прокатные станы в проектах ГП «УкрНПЦ «Энергосталь» / Д. В. Сталинский [и др.] // Сталь. – 2015. – №9. – С. 25–31.
11. Мазур В. Л. Первоочередные задачи и пути их решения при модернизации листопрокатных мощностей Украины / В. Л. Мазур, А. К. Голубченко // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – №2. – С. 1–5.

REFERENCES

1. Mazur V. L. Konkurentnye pozicii predpriyatij gorno-metallurgicheskogo kompleksa Ukrainy / V. L. Mazur, O. B. Skorohod // Jekonomika Ukrainy. – 2009. – №3. – S. 4–18.
2. Mazur V. L. Aktual'nye jekonomicheskie voprosy v metallurgicheskoy otrasli Ukrainy / V. L. Mazur, M. V. Timoshenko // Jekonomika Ukrainy. – 2012. – №6. – S. 13–23.
3. Mazur V. L. Analiz pravitel'stvennyh programm podderzhki metallurgii Ukrainy / V. L. Mazur, M. V. Timoshenko // Jekonomika Ukrainy. – 2013. – №8. – S. 22–32.
4. Rjabopolov A. G. Analiz moshhnostej jelektrostaleplavil'nogo proizvodstva v Rossii i prognoz po-treblenija metalloloma JeSPC / A. G. Rjabopolov, S. A. Botnikov // Stal'. – 2014. – №1. – S. 21–23.
5. Bol'shakov V. I. Nauchno-tehnicheskoe razvitie gorno-metallurgicheskogo kompleksa Ukrainy na so-vremennom jetape / V. I. Bol'shakov, L. G. Tubol'cev // Bjulleten' «Chernaja metallurgija». – 2014. – №3. – S. 24–29.
6. Timoshpol'skij V. I. Tehnologicheskaja i jekonomicheskaja jeffektivnost' sovremennyh metallurgicheskikh mini-zavodov i kompleksov / V. I. Timoshpol'skij, I. A. Trusova // Stal'. – 2014. – №7. – S. 88–105.
7. Mazur V. L. Mimo bjudzheta s psevdolozungami o podderzhke metallurgii / V. L. Mazur // Tovarnyj moni-tor: METALLURGIJA. – 2015. – S. 11–14.
8. Mazur V. L. Jekologicheskie, tehnologicheskie i jekonomicheskie aspekty razvitija metallurgii Ukrainy / V. L. Mazur, M. V. Timoshenko, S. V. Mazur // Jekologija i promyshlennost'. – 2014. – №4. – S. 32–36.
9. Mazur V. L. Problemy regulirovanija rynka loma chernyh metallov v Ukraine / V. L. Mazur, M. V. Timoshenko, S. V. Mazur // Jekonomika Ukrainy. – 2014. – №11. – S. 39–50.
10. Prokatnye stany v proektah GP «UkrNPC «Jenergostal'» / D. V. Stalinskij [i dr.] // Stal'. – 2015. – №9. – S. 25–31.
11. Mazur V. L. Pervoочerednye zadachi i puti ih reshenija pri modernizacii listoprokatnyh moshhno-stej Ukrainy / V. L. Mazur, A. K. Golubchenko // Metallurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost'. – 2013. – №2. – S. 1–5.

Мазур В. Л. – чл.-корр. НАНУ, гл. науч. сотр., ФТИМиС НАНУ.

ФТИМиС НАНУ – Физико-технологического института металлов и сплавов Национальной академии наук Украины, г. Киев.

E-mail: prof.vlm@ukr.net

Статья поступила в редакцию 12.09.2015 г.