

## РАЗДЕЛ 2.

### ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 631.48

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ ВО ВРЕМЕНИ

*Ергина Е.И.*

*Таврическая академия ФГАОУ ВО "Крымский федеральный университет  
имени В.И. Вернадского", Симферополь, Российская Федерация  
E-mail:ergina65@mail.ru*

В работе представлен обзор основных теоретических работ, отечественных почвоведов, отражающих взгляды на процесс эволюции почв во времени. Проанализированы подходы к трактовке понятий саморазвитие, развитие, динамика почв.

**Ключевые слова:** почвы, эволюция, квазиклиматические состояния.

#### ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях дестабилизации процессов почвообразования, которые обусловлены двоякими причинами (активизацией антропогенного воздействия и природными флуктуациями факторов почвообразования, в основном, за счет изменения климатических тенденций), очень своевременными и важными являются научные исследования процессов становления почв во времени. Изменения почв проходят постоянно, но неоднозначно в разных условиях, поэтому изучению таких процессов посвящено много работ как теоретического, так и практического направления. Однако во многих из них зачастую не принимается во внимание тот факт, что почвы – это сложная система, параметры которой значительно изменяются во времени и пространстве.

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

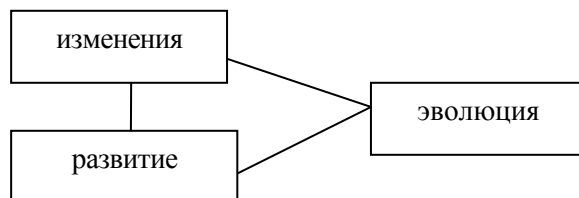
Развитие системного подхода в почвоведении, как отмечает Иванов И.В. [1], позволяет выделить несколько логических блоков организации почв:

- структурный, переходящий в пространственный;
- процессный, включающий функционирование и управление;
- связей с окружающей средой;
- хроноорганизации (временной организации).

Однако, до сих пор, остаются нерешенными теоретические аспекты взаимодействия этих уровней организации почвенной системы. Относительно глубоко проработаны вопросы структурной и процессной организации почв, но значительно меньше внимания уделяется изучению хроноорганизации, хотя вопросами развития почв во времени занимались многие ученые, еще со времен Докучаева [2, 3, 4]. Именно эти исследования формируют теоретико-методологические основы эволюционного и

эволюционно-генетического почвоведения [4].

Однако несмотря на значительное количество научных работ в области эволюционного или исторического почвоведения, основные моменты теоретико-терминологических основ этого раздела науки остаются спорными или недостаточно проработанными. Так, до сих пор термин эволюция почв все еще остается дискуссионным, несмотря на большое количество научных статей и монографий. Понятие эволюции, как элемента более общего термина – развития имеет разнообразные оттенки. По мнению Рожкова В.А. [5], на сегодняшний день существуют множественные определения эволюции, но во всех них присутствует системная триада:



Изменения – общее понятие любого развития и эволюции. Развитие в почвоведении – необратимые качественные изменения почв, которые связаны с изменением их внутренних свойств и состава, а также внешних связей и функций. Развитие может быть как прогрессивным (эволюционным), так и регрессивным, вплоть до разрушения почвенной системы. Понятие развития основано на положениях о направленности времени. Эволюцию, как подчеркивает Рожков В.А., "следует понимать, как непрерывное постепенное упорядочение, переход от простого к сложному, то есть осложнения почвы или почвенного покрова в процессе моногенеза или саморазвития за счет внутренних факторов без внешнего воздействия"[5, с. 38]. Подобные взгляды на эволюцию почв трактовали в своих трудах классики почвоведческой науки. Так, Захаровым С.А. [6] предложены следующие основные положения эволюции почв:

- 1) развитие почвы – это формирование почвы из породы к приобретению ею типичного профиля;
- 2) эволюция почвы – постепенная модификация зрелой почвы без изменения условий среды;
- 3) метаморфоз почвы – трансформации в результате изменения среды.

Согласно Дюшофуру Ф. [7], под эволюцией почв следует понимать процесс развития почвы с не почвы, и далее – развитие зрелой почвы при стабильных условиях среды.

Роде А.А. [8] предложил следующее определение: эволюция почв – это прогрессивные изменения состава и свойств почвы, которые приводят к кардинальным преобразованиям признаков почвы, побуждают к необходимости изменения ее классификационного названия.

Как отмечает Александровский А.Л. [9], в почвах, как и у многих других системах геосферы, и, в частности, ландшафтах, происходят изменения различного ранга. Согласно представлениям современного ландшафтоведения можно выделить

следующие положения, которые также относятся и к процессу почвообразования [9]:

- эволюция – качественные необратимые изменения инварианта (комплекса устойчивых свойств) системы;
- динамика – количественные необратимые изменения в пределах инварианта (без существенного изменения качества);
- функционирование системы – оборотные колебательные ее изменения.

При изучении эволюции почв основное внимание уделяется комплексу устойчивых свойств, объединяемых понятием "почва-память" [10]. Для процессов динамики, которые занимают промежуточное положение между эволюцией и функционированием, характерна цикличность (квазипериодичность) протекания. Но, в отличие от процессов функционирования, они имеют более длительный период колебаний, и при этом изменяется "почва-память" [10].

Близким к термину "эволюция" является понятие о саморазвитии почв, однако эти понятия соотносятся как частное к общему. Представление о саморазвитии почв и биогеоценозов к состоянию динамического равновесия или квазиравновесного состояния условиям среды является первичным в проблеме эволюции почв [12]. О саморазвитии почв, как о развитии, которое протекает независимо от изменения внешних факторов почвообразования (климата, рельефа, пород) при их квазистабильных состояниях, писали многие исследователи. Движущей силой развития при этом считаются внутренние противоречия собственно почвообразующего процесса. В таком случае, согласно Александровскому А.Л., Александровской Е.И. [9], саморазвитие характеризуется постепенным замедлением темпов протекания процессов от начального, неравновесного состояния профиля, до зрелого, квазиравновесного. Для саморазвития характерна различная скорость процессов, проявляющаяся при сравнении различных почв, а также различных процессов, действующих в одной почве, и существующей на разных уровнях организации почв и почвенного покрова: от почвенных зон; профиля; и до морфона. Время, за которое почвы или отдельный признак достигает зрелого состояния, называется временем саморазвития или характерным временем [12]. Именно определение длительности времени саморазвития или характерных времен является наиболее трудной задачей, но чрезвычайно интересной и практически значимой. Ведь при разработке мероприятий по рекультивации отвалов, восстановлению деградированных почв и ландшафтов важную роль играет учет степени сформированности профиля почвы и времени необходимого для его формирования. Саморазвитие почв, согласно Александровскому А.Л., разделяется на несколько типов: классический "нормальный"; денудационный; седиментационный; турбационный; гидрогенно – аккумулятивный [13].

Геннадиев А.Н. под саморазвитием ("собственно саморазвитием", "малым циклом жизни почвы", "аутоэволюцией", "автометаморфозом") понимает процесс почвообразования, который протекает независимо от изменения внешних факторов, кроме времени [14].

Понятие "саморазвитие" и "подчиненное развитие" почв в современной литературе используется достаточно широко. Связанный с этими понятиями подход к анализу процессов эволюции почв неоднократно реализовывался в конкретных почвенно – эволюционных исследованиях. В наших работах мы исходили из концепции

саморазвития почв, но с некоторыми уточнениями, которые носят принципиальный характер.

Мы согласны с утверждением Геннадиева А.Н. [14], который отмечает тождественность аспектов саморазвития почв:

– неизменность условий почвообразования в процессе развития;

– независимость развития почвы от изменения факторов почвообразования. При этом второй необязательно вытекает из первого. То есть, если при развитии почвы на определенном этапе остаются квазистабильными факторы почвообразования (климат, рельеф, материнские породы), вполне допустимо теоретически и, исходя из наших исследований, практически, особенно на ранних этапах почвообразования, то второе явление не является бесспорным, скорее даже невозможным в большинстве случаев (за исключением процессов внутренней трансформации почв, погребенных под насыпями, курганами или другими объектами, в том числе антропогенного происхождения). Ведь процесс развития почв при относительно стабильном состоянии факторов почвообразования все же неразрывно связан и во многом контролируется каким-либо изменением комбинации факторов в прошлом. Он движется импульсом, полученным почвообразованием в тот момент. Соколов И.А. отмечал, что саморазвитие (аутоэволюция) – развитие почв, вызванное изменением почвенных свойств под влиянием процессов, протекающих в самой почве под влиянием факторов, находящихся в квазистационарном состоянии [15].

Становление историко-эволюционного подхода к изучению развития почв в последнее время наталкивается на трудности, связанные с неполнотой исторического почвенно-ландшафтного отображения. Трудно также анализировать полигенетические почвы, то есть почвы, прошедшие длительный путь эволюции и развивающихся как минимум, в течение голоцена. Эволюция почв не исчерпывается наложением свойств современного почвообразования на старый профиль, когда усиливаются или стираются определенные свойства. Начальный профиль может влиять на дальнейшее почвообразование. Поэтому полигенетические почвы, которые пережили эволюцию природных обстановок, не являются простой суммой наложенных моногенетических профилей, которые отвечают каждый своему этапу эволюции. Это сложные образования, результат гетерохронной эволюции природной среды и почвообразования. Современные дневные почвы могут быть результатом эволюции почвообразования в течение различных интервалов времени. Поэтому актуальной задачей почвоведения является изучение роли длительных временных интервалов в эволюции почв: доголоценового, голоценового и современного этапов.

В последнее время, кроме вышеуказанных понятий эволюции и саморазвития, значительное внимание уделяется процессам динамики почв. Под динамикой почв понимают совокупность всех процессов изменения в почве под влиянием внешних факторов и в результате саморазвития, обусловленного взаимодействием их компонентов. Соответственно, раздел почвоведения, занимающийся изучением динамики почв Васенев И.И. [16] предлагает назвать динамическим почвоведением – по аналогии с уже традиционными направлениями динамической геологии, динамической геоморфологии, динамической климатологии. Предлагается в динамике почв выделять флуктуационные, сукцессионные, эволюционные изменения и

катаклизмы. Локальные временные ряды с четко выраженным направлением развития образуют грунтовые сукцессии. Они характерны для многих ландшафтных комплексов и вызывают значительный интерес для изучения процессов образования почв на разновозрастных участках.

В последнее время появляется все больше информации об особенностях развития современных почв, что свидетельствует о сложном полигенетическом характере и о неадекватном отражении в профиле условий среды. Только раскрыв характер основных этапов почвообразования развития почв от начала голоцена до настоящего времени, можно представить генезис почв, выявить актуальные и унаследованные признаки в их профиле. Унаследованные признаки в профиле современных почв являются прямыми свидетелями эволюции. По ним можно реконструировать стадии, существенно различающиеся характером от современных.

При изучении эволюции почв основное внимание уделяется комплексу устойчивых свойств, которые объединяются понятием "почва - память". В то же время, данный комплекс является ареной для протекания быстрых процессов или процессов функционирования "почва- момент" [10]. Эти процессы вид почв не меняют, однако связанные с ними микроизменения, постепенно накапливаясь за многие годы, приводят к трансформациям, что протекают относительно медленно, но это существенно меняет комплекс устойчивых признаков почв. Для процессов динамики, занимающих промежуточное положение между эволюцией и функционированием, характерна цикличность (квазипериодичность) протекания. Но в отличие от процессов функционирования они имеют более длительный период колебаний, и при этом изменяется почва – память.

Основными процессами, маркирующими процесс начала формирования почвы являются: формирование мощности гумусового горизонта и накопление гумуса в этом слое. Именно из процесса формирования почвенного профиля начинается формирование почвы. Поэтому эти процессы, а, прежде всего, формирование гумусового горизонта называют ресурсоформирующими [14]. Схематично этот процесс выглядит следующим образом: скорость формирования гумусового профиля и гумусонакопления сначала на голой материнской породе, ввиду отсутствия растительности, невелика. Затем, по мере приближения к климакскому состоянию, скорость почвообразующих процессов достигает максимума, стабилизируется и затем падает до нуля. Период собственно почвообразования в этом случае можно назвать "относительным возрастом" ("периодом почвообразования", "характерным временем"), а период от начала почвообразования до современного состояния – "абсолютным возрастом" ("квазиравновесным" или "климаксным"). Описанная модель называется моноклимаксной.

Другая модель, разработанная Соколовым И.А. (модель поликлимаксности), рассматривает процесс эволюции почв как последовательную смену различных типов почв, формирующихся под влиянием изменяющихся факторов почвообразования. Эволюция почв в таком случае рассматривается в виде многоуровневой кривой, в которой процессы саморазвития (качественные изменения) изменяются стадиями климакса (количественные изменения). Каждый уровень – это определенный тип почв, который является ее временным климаксным состоянием [15]. Сегодня широко

известны примеры таких переходов, полученные данные о полигенетичности значительной доли почв Земли обязывают применять историко-эволюционный подход при изучении их генезиса и географии. Такой подход необходим для понимания процессов и скорости изменения свойств антропогенно-нарушенных почв.

При формировании почвенных признаков наблюдается постепенное развитие профиля во времени, но скорость почвообразования никогда не падает настолько, чтобы можно было выделить климаксное состояние.

Исходя из изложенного, мы считаем, что наиболее правильным является представление о квазиклимаксности процессов почвообразования, т.е. развитие почвы происходит всегда с учетом изменяющихся факторов, даже в стадии климакса, почва реагирует на изменения условий и отражает эти изменения в своих свойствах. Чаще всего такие процессы имеют небольшие характерные времена.

## ВЫВОДЫ

Сегодня существует множество синонимов понятия эволюции, саморазвития, и это приводит к повторам, различным трактовкам данного понятия. На наш взгляд, под эволюцией почв необходимо понимать изменение свойств почв во времени как постепенное упорядочение, осложнение почвы или почвенного покрова без изменения состояния внешних факторов. Саморазвитие – это процесс развития почвы при относительно квазиравновесном состоянии факторов почвообразования, т.е. развитие почвы за счет внутренних процессов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Республики Крым в рамках научного проекта № 15-45-01022 p\_юг\_a)*

## Список литературы

1. Иванов И.В. Соотношение уровней структурной, процессной и временной организации почвенных систем (опыт рассмотрения) // Труды V Международной конференции "Эволюция почвенного покрова: История идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы" / [отв. ред. И.В. Иванов, Л.С. Песочина]. Пушино : Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. 2009. С. 21 – 23.
2. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточно-Европейской равнины в голоцене. М.: Наука, 1983. 148 с.
3. Голусов П.В. Формирование почв в различных комбинациях субстратно-фитоценологических условий лесостепной зоны // Почвоведение. 2003. №9. С. 1050 – 1060.
4. Сычева С.А. Эволюционное почвоведение-новое направление в почвоведении // Эволюция почвенного покрова. История идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы / [отв. ред. И.В. Иванов, Л.С. Песочина]. Пушино: Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. 2009. С. 51 – 53.
5. Рожков В.А. Организационный аспект эволюции почв / В.А. Рожков // Труды V Международной конференции "Эволюция почвенного покрова: История идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы" / [отв. редакторы И.В. Иванов, Л.С. Песочина]. – Пушино: Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. 2009. С. 21 – 23.
6. Захаров С.А. Курс почвоведения. М., 1927. 285 с.
7. Дюшофур Ф. Основы почвоведения. М., 1970. 591 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ ВО ВРЕМЕНИ

8. Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв. Генезис почв и современные процессы почвообразования. М., 1984. 346 с.
9. Александровский А.Л. Е.И. Александровская Эволюция почв и географическая среда. М.: Ин-т географии РАН, Наука, 2005. 223 с.
10. Таргульян В.О. Память почв: формирование, носители, пространственно-временное разнообразие // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. С. 24 – 57.
11. Таргульян В.О. Соколов И.А. Структурный и функциональный подход к почве: почва память и почва момент // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука, 1978. С. 17 – 33.
12. Таргульян В.О. Почвообразование и элементарные почвообразовательные процессы // Почвоведение. 1985. № 11. С. 36 – 45.
13. Александровский А.Л. Методические подходы при изучении эволюции почв // Общие методы изучения истории современных экосистем. М.: Наука, 1979. С. 142 – 161.
14. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития М.: МГУ, 1990. 232 с.
15. Соколов И.А., Таргульян В.О. О взаимодействии почвы и среды: рефлекторность и сенсорность почв // Системные исследования природы. М.: Мысль, 1977. С. 153 – 170.
16. Васенев И.И., Щербаков А.П. Почвенные сукцессии как имманентный элемент морфогенетической динамики почв // Вестник ВГУ. 2001. №1. Серия: химия, биология. С. 11 – 20.

### MODERN THEORY OF EVOLUTION STUDY OF SOILS IN TIME

*Ergina E.I.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: ergina65@mail.ru*

In the article an overview of the major theoretical works of Russian soil scientists provides. It reflects views on the evolution of the soil over time. Approaches to the interpretation of the concepts of self-development, evolution, and dynamics of soil were analyzed.

In modern conditions of destabilization of soil formation processes, which are caused by twofold reasons (activation of human impact and natural fluctuations in the soil-forming factors, mainly due to changes in climate trends), it is very timely and important research processes of soil formation over time. Changes in soil happen constantly, but ambiguously in different conditions. Therefore, there are many scientific works dedicated in both theoretical and practical direction the study of such processes. However, many of them are often not taken into account the fact that the soil - is a complex system whose parameters vary greatly in time and space.

Today there are many synonymous with evolution, self-development, and it leads to repetition, different interpretations of the concept. In our view, a need to understand the evolution of the soil changing the properties of the soil over time as the gradual ordering complication of soil or soil without changing the state of the external factors. Evolution of soil - the process of soil at relatively quasi-equilibrium state of soil-forming factors, the development of the soil due to the internal processes.

In the study of the evolution of the soils focuses on the complex resistant properties, which combined the concept of «soil - memory»? At the same time, this complex is the arena for fast flow processes or the functioning of the "soil - the moment". These processes do not change the type of soil, but related microchanges gradually accumulating over the years, lead to transformations that occur relatively slowly, but it significantly

changes the complex sustainable attributes of soils. The processes of dynamics, occupying an intermediate position between the evolution and functioning, are characterized by cyclical (kvaziperiodichnost) flow. But unlike the functioning they have a longer period of oscillation, and these changes of the soil - memory.

The main processes are marked the beginning the process of soil formation are: the formation of humus horizon and the accumulation of humus in the layer. It is because of the formation of the soil profile begins the formation of soil. Therefore, these processes and, above all, the formation of humus horizon are called resource forming. Schematically, the process is as follows: the rate of formation of the humus profile and humus accumulation first to bare the parent material, due to the lack of vegetation, small. Then, as we approach the climax of, the rate of soil-forming process reaches a maximum, and then decreases to stabilize to zero. Period proper soil in this case can be called a "relative age" ("period of soil formation," "characteristic time"), and the period from the beginning of soil formation to the current state - "absolute age" ("quasi-equilibrium" or "climax"). The model described is called monoklimax.

**Keywords:** soil, evolution, kwaziclimax state.

### References

1. Ivanov I.V. Sootnoshenie urovney strukturnoy protsessnoy i vremennoy organizatsii pochvennykh sistem opyt rassmotreniya (The ratio of the structure, process and temporal organization of soil systems (viewing experience)) // Proceedings of the V International Conference "Evolution of soil: The history of ideas and methods, Holocene evolution forecasts" / [Ed. Ed. AND IN. Ivanov, LS Pesochin]. Pushchino: Institute of Physics-chemical. and biolog. Problems in Soil Science. 2009. P. 21 – 23.
2. Alexandrowskiy A.L. Evolyutsiya pochv Vostochno Evropeyskoy ravniny v golotsene (Evolution of the soil of the East European Plain during the Holocene). Moscow: Nauka, 1983. 148 p.
3. Goleusov P.V. Formirovanie pochv v razlichnykh kombinatsiyah substratno fitotsenoticheskikh usloviy lesostepnoy zony (Formation of soil in different combinations of substrate-phytocenotic conditions of forest-steppe zone) // Soil science. 2003. №9. С. 1050 – 1060.
4. Sycheva S.A. Evolyutsiya pochv Vostochno Evropeyskoy ravniny v golotsene (Evolutionary soil science, soil science in a new direction) // Evolution of soil. The history of ideas and methods, Holocene evolution forecasts / [Ed. Ed. AND IN. Ivanov, LS Pesochin]. Pushchino: Institute of Physics-chemical. and biol. Problems in Soil Science. 2009. P. 51 – 53.
5. Rozhkov V.A. Organizatsionnyy aspekt evolyutsii pochv (The organizational aspect of the evolution of soil) / Proceedings of the V International Conference "Evolution of soil: The history of ideas and methods, Holocene evolution forecasts" / [Ed. Editors IV Ivanov, LS Pesochin]. Pushchino: Institute of Physics-chemical. and biol. Problems in Soil Science. 2009. P. 21 – 23.
6. Zakharov S.A. Kurs pochvovedeniya (Course of Soil Science). M., 1927. 285 p.
7. Duchafour F. Osnovy pochvovedeniya (Fundamentals of Soil Science). M., 1970. 591 p.
8. Rode A.A. Pochvoobrazovatelnyy protsess i evolyutsiya pochv Genezis pochv i sovremennyye protsessy pochvoobrazovaniya (Soil formation and evolution of soils. Genesis of soils and modern soil-forming processes). M., 1984. 346 s.
9. Alexandrowskiy A.L., Alexandrowskay E.I. Evolyutsiya pochv i geograficheskaya sreda (Evolution of soil and geographical environment). M: Institute of Geography RAS, Nauka, 2005. 223 p.
10. Targulian V.O. Pamyat pochv: formirovanie nositeli prostranstvenno vremennoe raznoobrazie (Memory soil: formation, media, space-time diversity) // Memory soil: soil as a memory-Geosphere-Biosphere interactions antroposfery. M.: Publishing House of the LCI, 2008. S. 24 – 57.
11. Targulian V.O. Sokolov I.A. Strukturnyy i funktsionalnyy podhod k pochve: pochva pamyat i pochva moment (Structural and functional approach to soil: the soil and the soil the memory of the moment) // Mathematical modeling in ecology. Moscow: Nauka, 1978. P. 17 – 33.

12. Targulian V.O. Pochvoobrazovanie i elementarnye pochvoobrazovatelnye protsessy (Soil formation and soil-forming processes elementarnye) // Soil science. 1985. № 11. S. 36 – 45.
13. Alexandrowskiy A.L. Metodicheskie podhody pri izuchenii evolyutsii pochv (Methodological approaches in the study of the evolution of soil) // Common methods of studying the history of modern ecosystems. Moscow: Nauka, 1979. S. 142 – 161.
14. Gennadiev A.N. Pochvy i vremya modeli razvitiya (Soils and time model of development) Moscow: Moscow State University, 1990. 232 p.
15. Sokolov I.A., Targulian V.O. O vzaimodeystvii pochvy i sredy: reflektornost i sensornost pochv (About the interaction of soil and environment: reflex and sensory soil) // System Research nature. М .: Thought, 1977. S. 153 – 170.
16. Vasenev I.I., Scherbakov A.P. Pochvennye suksessii kak immanentnyy element morfogeneticheskoy dinamiki pochv (Soil succession as an immanent element morphogenetic soil dynamics) // Herald of the Voronezh State University. 2001. №1. Series: chemistry, biology. S. 11 – 20.

*Поступила в редакцию 15.03.2015 г.*