

## Агрохимия

УДК 631.6.02

### РАЗНООБРАЗИЕ, РИСКИ ДЕГРАДАЦИИ И ЭКОЛОГО-АГРОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ

Леонид Лазаревич Убугунов<sup>1</sup>, Анатолий Иннокентьевич Куликов<sup>2</sup>,  
Василий Леонидович Убугунов<sup>3</sup>

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН  
670047, Улан-Удэ, Сахьяновой, д. 6*

<sup>1</sup> – д. б. н., директор, проф.; e-mail: l-ulze@mail.ru

<sup>2</sup> – д. б. н., гл. науч. сотр., проф.; e-mail: kul-an52@mail.ru

<sup>3</sup> – к. б. н., зав. лаб. биогеохимии и экспериментальной агрохимии; e-mail: ubugunovv@mail.ru

***Показаны особенности почвенного покрова в системе высотных поясов с наложенным влиянием горизонтальной зональности. Криогенез выделен как особый тип деструктивных процессов. Исходя из пропорции Парето 20/80, выявлены приоритетные процессы, борьба с которыми может иметь наибольший эффект. Количественно оценены риски опустынивания и разработан комплекс агротехнологий применения удобрений-композитов с высоким инновационным потенциалом.***

Ключевые слова: *диаграмма Парето, криогенный тип стационально-деструкционных процессов, риск-анализ, удобрения-композиции.*

В последние десятилетия на обширной территории Внутренней Азии, как и в других регионах, возникли экологические риски и опасности в виду усиления антропогенного давления и глобальных явлений потепления, дальнейшего усугубления опустынивания. В этой связи все более актуальными становятся исследования разнообразия, сопряжения в системе почва-растительность, рисков деградации, сохранения и восстановления биосферных и ресурсных функций почвенно-растительного покрова. То обстоятельство, что Внутренняя Азия имеет большую протяженность с широким разнообразием геоморфологических, геокриологических, климатических, фитоценологических условий, где в сопряжении формируются и функционируют резко контрастные ландшафты от горно-тундровых и горно-таежных до степных и пустынных только дальше усугубляют экологические риски. Поэтому разработка экономически рентабельных и экологически сбалансированных основ охраны и рационального использования почвенно-земельных ресурсов – приоритетная задача безопасного существования и развития человечества.

**Методика.** Использовались традиционные для отечественной почвенно-агрохимической науки сравнительно-экологический, картографический и аналитический методы. Проведены корреляция номенклатуры и определение «классификационной ниши» для изученных почв Внутренней Азии в рамках субстантивно- (профильно-) генетического подхода [1].

Диаграмму Парето строили в прямоугольной системе координат, где по оси абсцисс – обозначения стационально-деструкционных процессов (СДП), а по оси ординат – величина их вклада (удельного веса), в % [2]. Ранжирование исходного вариационного ряда проводили так, чтобы влияние каждого последующего процесса, расположенного по оси абсцисс, уменьшалось по сравнению с предыдущим, в результате чего столбики слева направо должны становиться все ниже. Кумулятивную кривую Парето, отражающую накопление сумм площадей, строили, ориентируясь по правой оси ординат. Проводили так называемый АВС-анализ, основанный на правиле Парето 20/80. Эта пропорция означает, что 20 % усилий приносят 80 %-ный эффект, а остальные 80 % усилий дают только 20 % результата. В контексте данной работы это правило интерпретируется так: находимый по кумулятивной кривой Парето 80 %-ный рубеж, а на практике – 60–80 %-ный, проявления СДП был достигнут при относительно малых энерго- и трудозатратах, равных примерно 20–40 % от общих затрат.

Количественные показатели рисков, как и ранее [3], определены с использованием технологии риск-анализа.

**Результаты и обсуждение.** Анализ многолетних результатов исследований Южного Прибайкалья, Забайкалья и Монголии выявил, что формирование почв происходит в широком диапазоне абсолютных высот, при резко контрастных параметрах тепло- и влагообеспеченности, разнообразных проявлениях мерзлотных процессов,

1. Типы СДП в экосистемах

| Объект-мишень             | Стационально-деструкционные процессы  | Типы СДП   |
|---------------------------|---|--|
| Почва                     | Дефляция  | Дефляционный   |
|                           | Эрозия  | Водно-эрозионный                                       |
|                           | Засоление и осолонцевание<br>(чаще вторично-индуцированные)                               | Галогеохимический                                      |
|                           | Переуплотнение и слитизация   | Техногенный,<br>пастбищно-дигрессионный                |
|                           | Затопление, подтопление, заболачивание  | Гидроморфный   |
| Растительность            | Дегумификация   | Дефляционный, эрозионный или<br>дефляционно-эрозионный |
|                           | Криогенез и посткриогенные явления  | Криогенный   |
|                           | Все процессы, ведущие к снижению биоразнообразия<br>и биопродуктивности                   | Фитодеградационный                                     |
| Почва и<br>растительность | Загрязнение и замусоривание,<br>складирование отходов                                     | Техногенный  |
|                           | Нарушение земель<br>при горнотехнической деятельности                                     |  |
| Воды                      | Загрязнение и/или истощение поверхностных и<br>подземных водных ресурсов                  | Гидросферный   |
| Воздух                    | Загрязнение, нарушение  | Атмосферный  |
| Все компоненты            | Комплекс процессов (см. выше), включая<br>точечно-повсеместные кострища и захоронения ТБО | Рекреационный  |
| Мерзлота                  | Криоэрозия, криосолифлюкция, термокарст   | Криогенный   |

на различных почвообразующих породах [4–6]. Высотные пояса наиболее выражены в Восточных Саянах, Хамар-Дабане, Прихубсугулье, Хангае, Хэнтее, при этом существенное влияние оказывает экспозиция макросклонов горных хребтов.

В Байкальском регионе, как составной части Внутренней Азии, интенсивные тектонические движения в кайнозой обусловили формирование морфоструктур байкальского типа с чередованием высокоподнятых горных хребтов с глубокими межгорными впадинами. Здесь формируется своеобразная структура почвенного покрова, характеризующаяся широким развитием процессов заболачивания в днищах впадин и гидроморфных почв с высокой долей почв органогенного ствола. В тундровой зоне Байкальского рифтогенного района наблюдается преобладание почв слабо развитого (петроземов) и постлитогенного (отделы литоземов, органо-аккумулятивных, Al-Fe-гумусовых почв) стволов. В лесной зоне основной фон составляют различные типы альфегумусового отдела постлитогенного ствола.

В Забайкальском среднегорье обширную территорию занимают мезозойские котловины забайкальского типа, которые характеризуются менее контрастным рельефом и слабым проявлением заболачивания. В структуре почвенного покрова лесной зоны преобладают дерново-подбуры и дерново-подзолы. В лесостепной и степной зонах основной фон почвенного покрова составляют каштановые почвы и псаммоземы. В некоторых котловинах рас-

пространены черноземы. В поймах рек получают развитие различные типы аллювиальных почв, иногда в различной степени засоленных. В слабопроточных вариантах данных впадин наблюдается площадное засоление земель, а почвенный покров представлен различными типами засоленных почв [7].

В Орхоно-Туульской котловине и на Восточно-Монгольской равнине формируется смешанный тип структурной зональности, а преобладающими на этих территориях являются лесостепные, степные и сухостепные ландшафты с соответствующими автоморфными и интразональными типами почв [5, 6, 8].

В горных районах бессточного бассейна Внутренней Азии выражен высотно-поясной тип структурной зональности с практическим отсутствием таежного пояса и древесной растительности. На равнинных территориях господствует смешанный тип структурной зональности с преобладанием пустынной степи и пустыни [6, 8]. Изучение почвенного покрова пойм рек данного региона выявило, что преобладающими типами являются слоисто-аллювиальные, аллювиальные светлогумусовые почвы и солончаки [9, 10].

Таким образом, разнообразие почв Внутренней Азии представлено почвами всех четырех стволов почвообразования, т.е. первичного, постлитогенного, синлитогенного и органогенного. На этой основе составлена Почвенная карта для бассейна оз. Байкал [11].



2. Риски СДП и опустынивания

| Риски   | СДП           |          |                   |           | Суммарный риск |
|---|---------------|----------|-------------------|-----------|----------------|
|   | Водная эрозия | Дефляция | Эрозия + дефляция | Засоление |                |
| Удельный физический риск для сельскохозяйственных земель, год <sup>-1</sup> | 1,477         | 2,209    | 1,249             | 1,331     | 6,266          |
| Полный физический риск, га/год  | 64,48         | 89,19    | 55,77             | 45,06     | 254,50         |
| Экономический риск, тыс. руб./год   | 500,9         | 696,1    | 561,6             | 429,6     | 2188,2         |
| Социальный риск, чел./год   | 12,2          | 15,0     | 11,3              | 7,2       | 45,7           |
| Устойчивость / надежность земель сельскохозяйственных угодий                | 0,886         | 0,862    | 0,922             | 0,911     | 0,895          |

деградации почв (дефляция + эрозия) и частично засоление почв при уровне 80-ной площадной пораженности, а при менее строгом подходе на уровне 60 % из числа приоритетных СДП выбывает совместное проявление дефляции и эрозии и частично такой СДП, как засоление. Последние входят в группу В.

Пашня на 80 % подвергается первым двум процессам деструкции, а 60 % площади этого угодья разрушается только при дефляции. Устранение причин группы А имеет большой приоритет, особенно на пашне, а связанные с этим мероприятия – самую высокую эффективность.

Группа В – процессы, имеющие не более 20 % удельного веса. АВС-анализ показывает, что сюда входят процессы засоления, затопления и подтопления, осолонцевания и частично совместного проявления дефляции и эрозии на сельскохозяйственных угодьях в целом. Группу С составляют наименее значимые СДП с самым низким удельным весом, их число может быть сколь угодно большим. В нашем исследовании эта группа не рассматривается.

При опустынивании пастбищных угодий относительная значимость рассматриваемых факторов изменяется. Дефляция и эрозия теряют свое первенство. Условию уменьшения высоты столбиков слева направо отвечает другой ряд: 1) затопление, подтопление; 2) засоление; 3) дефляция; 4) эрозия; 5) дефляция + эрозия; 6) осолонцевание. На 72 % площади этих угодий действуют процессы усугубления гидроморфизма и засоленности, к которым присоединяется (при уровне площадной нарушенности 80 %) дефляционная и в малой степени эрозийная деградация почв.

Резюмируя эту часть и основываясь на принципе Парето 80/20, означающем, что усилия в 20 % приводят к 80 %-ному результату, а остальные 80 % дают только 20 % результата, можно утверждать, что относительно малые энерго- и трудозатраты, вложенные в уничтожение дернового горизонта при распашке целины, спровоцировали развитие дефляции и эрозии на площади от 60 до 80 %

освоенных земель. Поэтому при использовании сельскохозяйственных угодий усилия должны быть направлены, в первую очередь, на минимизацию рисков этих процессов, ведущих к опустыниванию.

Впервые использованная в экологических целях технология риск-анализа позволила количественно оценить риски элементарных процессов опустынивания в южных степных районах Бурятии (табл. 2).

Проведенный расчет показал, что по значениям удельного физического риска наибольшую опасность для сельскохозяйственных земель представляет дефляция. Согласно расчетам, площадная дефляция земель происходит с интенсивностью 2,2 год<sup>-1</sup>, полный физический риск равен 89 га/год, а экономический – примерно 700 тыс. руб./га в год. Среди остальных СДП и опустынивания ландшафтов вторая роль принадлежит водной эрозии. В итоге действия всех этих процессов опустынивания площадная деградация сельскохозяйственных земель происходит с темпами 6,2 год<sup>-1</sup> (16 % в год), полный физический риск достигает 254,6 га/год, а экономический – почти 2200 тыс. руб./га в год. Неблагоприятное влияние опустынивания в Бурятии ежегодно испытывают 46 человек. По оригинальной шкале устойчивости земель к опустыниванию почвы российской части рассматриваемого региона в среднем можно считать низко- и среднеустойчивыми.

На приграничной с Монголией территории Бурятии самый значительный полный физический риск характерен для Кяхтинского района – 47,23 га/год, тогда как для Иволгинского района он значительно меньше – 9,04 га/год. Экономический риск для территорий этих районов составляет, соответственно, 410,7 и 7,75 тыс. руб./год, а социальный риск 10,86 и 2,36 чел./год.

Засоление наибольшее распространение получило на модельной территории Иволгинской котловины. Здесь галогеохимической опасности подвержено 11,02 тыс. га, в Кяхтинском районе эта опасность почти в 2 раза ниже (6,12 тыс. га).

**3. Комплекс основных мероприятий по оценке и управлению рисками СДП и опустынивания агроландшафтов**

| №   | Основные мероприятия   |
|-----|--|
| 1.  | Агропочвенно-климатическое районирование территории  |
| 2.  | Картирование почвенного покрова сельскохозяйственных земель с использованием современных методов и классификации почв, причем в классификации учитываются агрономические требования [14]   |
| 3.  | Картирование растительного покрова лугопастбищных угодий с использованием современных методов и подходов к классификации растительности  |
| 4.  | Изучение и комплексная оценка экологического состояния земель сельскохозяйственного назначения, в т.ч. с применением почвенно-экологического индекса (ПЭИ) И.И. Карманова [15]   |
| 5.  | Мониторинг агрохимического и эколого-токсикологического состояний земельных ресурсов   |
| 6.  | Разработка и проведение мероприятий по восстановлению деградированных и загрязненных различными токсикантами сельскохозяйственных угодий   |
| 7.  | Совершенствование и детализация зональной системы земледелия на основе разработки адаптивно-ландшафтной системы земледелия для предприятий аграрного профиля, а также в превентивном режиме для потребностей точного и самовосстанавливающегося земледелия [16]  |
| 8.  | Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра РБ, кадастровый учет земельных ресурсов на уровне административных районов, включая территорию г. Улан-Удэ. Разработка оптимального соотношения угодий, в т.ч. оптимальной распаханности, лесистости, создания экологического каркаса и коридоров на пастбищах и др. [17] |
| 9.  | Инвентаризация сельскохозяйственных земель дистанционными методами для объективизации и актуализации информации о площадях угодий и подверженности негативным факторам   |
| 10. | Разработка и поэтапное внедрение оптимальных схем землеустройства административных районов и проектов землеустройства сельхозпредприятий   |
| 11. | Биологизация системы земледелия и максимально полное замыкание биологического круговорота веществ. Создание условий для перехода на идеи органо-биологического земледелия [18]   |
| 12. | Проведение многооперационного комплекса мероприятий по коренному улучшению естественных кормовых угодий  |
| 13. | Текущие культуртехнические мероприятия   |
| 14. | Закупка и применение экологически безопасных норм минеральных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры   |
| 15. | Проведение мелиоративных работ, реконструкция существующих оросительно-осушительных систем, уточнение норм орошения и режима вегетационных поливов   |

При этом устойчивость ландшафтов к засолению достаточно высокая и равняется 0,911.

Для анализа, оценки и управления рисками опустынивания и СДП, разработки мер по охране и рациональному использованию почвенного покрова предложен комплекс агротехнологических мероприятий (табл. 3).

В результате разрушения почвенного покрова дефляцией и эрозией и недостаточного применения, а на большей части территории – и полного неприменения органических удобрений и сидератов происходят ежегодные потери из агроландшафтов органического вещества и биогенных элементов. Согласно данным Государственной станции агрохимической службы «Бурятская» и нашим собственным исследованиям большинство почв сельскохозяйственных угодий характеризуется низким содержанием гумуса, недостаточным количеством доступного для растений азота, фосфора, калия, серы и микроэлементов. Практически повсеместное внедрение в земледелии 2- и 3-польного севооборотов без внесения каких-либо удобрений усугубляет процесс минерализации гу-

муса и безвозвратного отчуждения питательных веществ.

Почвы региона остро нуждаются в применении органических и минеральных удобрений. Однако традиционного местного органического сырья крайне не хватает. Обеспеченность ими и в лучшие годы была на уровне всего лишь 10 %, а в современное время выход подстилочного и бесподстилочного навоза и птичьего помета из-за прекращения деятельности крупных животноводческих комплексов, ферм, птицефабрик катастрофически снизился (в 15–20 раз). Из-за дороговизны промышленных туков, отсутствия частичной компенсации их стоимости государством и низкой платежеспособности сельхозпроизводителей на полях и лугах республики крайне мало используются минеральные удобрения: по существу, они применяются в незначительных дозах и в научно-необоснованных соотношениях только на овощных плантациях и в минимальном количестве – под зерновые и пропашные.

Агрохимиками Бурятии проведено большое количество полевых и вегетационных опытов,

**4. Комплекс технологических мероприятий эколого-агрохимического управления почвенным плодородием в Байкальском регионе и прилегающих к нему территориях**

| №  | Основные мероприятия  |
|----|---|
| 1. | Обязательное, но строго нормированное внесение минеральных удобрений и применение только их экологически безопасных оптимальных доз, а не предельных норм, рассчитанных на получение максимального урожая   |
| 2. | При интенсивном использовании почв в орошаемом земледелии оптимизация макро- и микроэлементного питания растений за счет внесения не только высоких доз NPK, но и других дефицитных в конкретной почве элементов питания – S, Ca, микроэлементов  |
| 3. | Усовершенствование технологии внесения (приемы, сроки, способы) минеральных удобрений в целях их более эффективного использования растениями, предотвращения загрязнения почв, грунтовых вод продуктами химизации, а также снижения степени необменного связывания почвой питательных веществ из удобрений  |
| 4. | Широкое развертывание исследований по: а) установлению перспектив использования цеолитовых туфов, как сорбентов питательных веществ из удобрений и пролонгаторов их действия; б) выявлению эффективности фосфатсодержащих агроруд местных месторождений, как частичных заменителей дорогостоящих фосфорных туков; в) использованию местных залежей природных калийных солей в виде калийных удобрений |
| 5. | Расширение использования органических удобрений, в т.ч. их нетрадиционных видов, что позволит снизить нормы минеральных туков и утилизировать отходы животноводческих ферм, птицефабрик, осадки городских сточных вод, городской мусор, опилки и др.  |
| 6. | Активное внедрение в севообороты зернобобовых культур, многолетних бобово-злаковых травосмесей, в т.ч. с донником. Их выращивание не только улучшает свойства и плодородие почв, но и дает возможность снижения норм минеральных удобрений  |
| 7. | Использование на орошаемых почвах легкого гранулометрического состава цеолитов и ингибиторов нитрификации для пролонгирования действия азотных удобрений  |

доказывающих высокую результативность минеральных макро- и микроудобрений на основных типах почв. Научный коллектив лаборатории биохимии и экспериментальной агрохимии ИОЭБ СО РАН совместно с кафедрой почвоведения и агрохимии Бурятской ГСХА с 1994 г. по настоящее время занимается вопросами изучения эколого-агрохимической эффективности фосфатсодержащих агроруд, осадков городских сточных вод, цеолитовых туфов и других нетрадиционных удобрений и агроメリорантов как при их раздельном применении, так и в виде различных органо-минеральных смесей, в т.ч. и с традиционными органическими и минеральными удобрениями, включая и микроэлементы. Изучалось их влияние на основные параметры плодородия почв, ее экологическое состояние, включая уровень накопления тяжелых металлов, воздействие на продуктивность сельскохозяйственных культур, биохимический и макро- и микроэлементный состав и санитарно-гигиенические нормативы растениеводческой продукции. Экспериментально установлена агрохимическая эффективность и экологическая безопасность большинства созданных удобрительных композиций, получены патенты на изобретение новых видов удобрений из местного органического и минерального сырья.

Также предлагаются агрохимические технологии сохранения и расширенного воспроизводства плодородия используемых в культуре почв Байкальского региона и прилегающих к нему территорий Внутренней Азии (табл. 4).

Данные приемы разработаны на основе результатов многочисленных научных исследований, проведенных в Забайкалье и Монголии. Они опубликованы во многих монографиях, статьях, системах ведения земледелия, методических рекомендациях, получено более двадцати патентов на изобретение удобрений нового поколения из местного органического и минерального сырья.

**Заключение.** Основными характеристиками природной среды Внутренней Азии являются ее пространственно-временная неоднородность и второстепенное значение широтной зональности при доминанте высотной поясности. Разнообразие почв представлено всеми четырьмя стволами, к которым присоединяется ствол антропогенно-преобразованных почв. Выделено 13 типов стабиально-деструкционных процессов, среди которых особое место занимает криогенный тип, отражающий специфику региона. АВС-анализ графиков диаграмм и кумулятивных кривых Парето показал, что при относительно небольших затратах (20 % от общих) человек в состоянии запустить механизмы деградации почв на 60–80 % площади освоенных земель. Приоритетными процессами явились, при расчете на все сельскохозяйственные угодья и при менее строгом подходе – на уровне 60 % от общей площадной пораженности земель – дефляция и эрозия. При более строгом подходе, включающим в рассмотрение деградацию земель на 80 % от общей площадной пораженности земель, приходится учитывать и засоление, несмотря на его низкий удельный вес – примерно 2 %

от общей площади. На пашне приоритет принадлежит только дефляции и эрозии, даже при исключении варианта совместного проявления этих процессов. На пастбищах развиты такие деструктивные процессы, как затопление и подтопление, засоление, дефляция. Последний процесс принимает участие на 12 % площади поражения при уровне 60 % от общей площади деградации земель. При 80 %-ной пораженности земель пастбищ к этим процессам уже присоединяется и эрозия. Согласно риск-анализу, дефляция и эрозия как процессы, имеющие наибольший удельный вес, а потому представляющие наибольшую опасность, в сумме дают физический эффект около 5 год<sup>-1</sup>, т.е. 20 % в год, при полном физическом риске 209 га/год, и экономическом риске 1 млн. 700 тыс. руб. От всех видов деградации неблагоприятное влияние ежегодно испытывают 46 чел. В разработанном Комплексе основных мероприятий по оценке и управлению рисками опустынивания агроландшафтов основной лейтмотив – превентивность, т.к. многие мероприятия пока далеки от практического применения. Реальный инновационный потенциал содержат исследования по созданию и внесению удобрительных композиций на основе местных ресурсов органической и минеральной природы. Получено более двадцати патентов на изобретение удобрений нового поколения из местного сырья.

#### Литература:

1. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
2. Кузьмин А.М. Креативные и аналитические методы создания инноваций: справочник. – [Интернет-ресурсы]. – <http://www.inventech.ru/pub/guide/>
3. Убугунов Л.Л., Куликов А.И., Куликов М.А. О применении технологии риск-анализа для оценки экологической опасности опустынивания (на примере Республики Бурятия) // Сибирский экологический журнал. – 2011. – Т. 18. – № 2. – С. 239–249.
4. Ногина Н.А. Почвы Забайкалья. – М.: Наука, 1964. – 314 с.
5. Убугунов Л.Л., Убугунова В.И., Корсунов В.М. Почвы пойменных экосистем Центральной Азии. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2000. – 217 с.

6. Доржготов Д. Монгол орны хорс. – Улаанбаатар, 2003. – 287 х.
7. Засоленные почвы России [Отв. ред.: Л.Л. Шишов, Е.И. Панкова]. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 854 с.
8. Почвенный покров и почвы Монголии. – М.: Наука, 1984. – 189 с.
9. Ubugunov L.L., Ubugunova V.I. Floodplains soils in the lower reaches of the Khovd river in the great lakes basin of Mongolia // Eurasian Soil Science. – 2011. – Т. 44, № 11. – P. 1184–1192.
10. Ubugunov L.L., Ubugunova V.I. Soils of floodplains in arid regions of Inner Asia (the Zavkhan river, Mongolia) // Eurasian Soil Science. – 2012. – Т. 45, № 3. – P. 237–245.
11. Белозерцева И.А., Убугунов Л.Л., Бадмаев Н.Б., Убугунов В.Л., Доржготов Д., Батхшиг О., Убугунова В.И., Гынинова А.Б., Балсанова Л.Д., Гончиков Б.Н., Цыбикдоржиев Ц.Д.-Ц., Сороковой А.А. Карта «Почвы бассейна озера Байкал» – М. 1: 2 500 000. – Иркутск: Изд-во ИГ им. В.Б. Сочавы, – 2015.
12. Убугунов Л.Л., Куликов А.И., Убугунова В.И., Руньшиев Ю.А., Хобракова Л.Ц., Лаврентьева И.Н., Данилов С.Н., Цыдытов Б.З., Нихилеева Т.П., Корсунова Ц.-Д.Ц., Балданов Б.Ц., Цыремпилов Э.Г. Мониторинг стационарно-деструкционных процессов в экосистемах Байкальского региона / Экологические последствия биосферных процессов в экотонной зоне Южной Сибири и Центральной Азии. Труды Междун. конф. Т. 1. Улан-Батор, 6–8 сентября 2010 г. – Улан-Батор, 2010. – С. 186–189.
13. Куликов А.И., Убугунов Л.Л., Мангатаев А.Ц. О глобальных изменениях климата и его экосистемных следствиях // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20, № 3(60). – С. 5–13.
14. Классификация почв и агроэкологическая типология земель: Учебное пособие. / Автор-сост. В. И. Кирюшин. – СПб., М., Краснодар: Изд-во «Лань», 2011. – 283 с.
15. Карманов И.И. Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельскохозяйственных культур. – М.: ВАСХНИЛ, 1990. – 114 с.
16. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформатех», 2003. – 240 с.
17. Куликов А.И., Мангатаев А.Ц., Сордонова М.Н., Челтанов Г.У. Мелиорация легких почв в контексте современных вызовов. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2014. – 487 с.
18. Якушев В.П. На пути к точному земледелию. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002. – 458 с.

Ubugunov L.L., Kulikov A.I., Ubugunov V.L.

### DIVERSITY, DEGRADATION HAZARDS AND ECOLOGIC-AGROCHEMICAL TECHNOLOGIES OF SOIL FERTILITY MANAGEMENT IN INTERNAL ASIA

*Features of a soil cover of Internal Asia in system of high-rise belts with the imposed influence of horizontal zonality are shown. Cryogenesis was distinguished as especial type of destructive processes, amongst which, according to Pareto proportion 20/80, were revealed priorities. Quantitatively were evaluated hazards of desertification and elaborated agrotechnological complex of application of fertilizers-composites with high innovational potential.*

Keywords: Pareto diagram, cryogenic type of static-destructive processes, hazard-analysis, fertilizers-composites.