

Наукові праці

Видається з грудня 2001 року

Науково-методичний журнал



Григор
Губа
Григор

Серія
«Техногенна безпека»

Випуск 191, 2012
Том 203

Постановою Президії ВАК України від 10.03.2010 року № 1-05/2 цей журнал включено до переліку № 112 наукових фахових видань з технічних наук, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

(Бюлетень ВАК України. – 2010. – № 4)

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА РАДА:

Клименко Леонід Павлович	голова редакційно-видавничої ради, головний редактор, доктор технічних наук, професор, ректор ЧДУ імені Петра Могили;
Багмет Михайло Олександрович	голова редколегії серії «Політологія», доктор історичних наук, професор;
Горлачук Валерій Васильович	голова редколегії серії «Економіка», доктор економічних наук, професор;
Грабак Наум Харитонович	голова редколегії серії «Екологія», доктор сільськогосподарських наук, професор, старший науковий співробітник;
Матвєєва Наталя Петрівна	голова редколегії серії «Філологія. Мовознавство», доктор філологічних наук, професор;
Клименко Леонід Павлович	голова редколегії серії «Техногенна безпека», доктор технічних наук, професор,
Пронкевич Олександр Вікторович	голова редколегії серії «Філологія. Літературознавство», доктор філологічних наук, професор;
Тригуб Петро Микитович	голова редколегії серії «Історія», доктор історичних наук, професор, академік УАН;
Фісун Микола Тихонович	голова редколегії серії «Комп'ютерні технології», доктор технічних наук, професор, старший науковий співробітник, дійсний член УАН;
Андрєєв Вячеслав Іванович	відповідальний секретар, кандидат технічних наук, в. о. доцента.

Наукові праці : науково-методичний журнал. — Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. — Вип. 191. Т. 203. Техногенна безпека. — 184 с.

Журнал містить наукові статті, у яких висвітлено результати досліджень актуальних питань радіаційної та техногенно-екологічної безпеки, сучасних питань радіобіології людини, питань радіаційної медицини науковців України, Білорусії та Росії. Матеріали розраховані на студентів, аспірантів, науковців, зацікавлених проблемами техногенно-екологічної безпеки України.

КОЛЕГІЯ СЕРІЇ:

- Леонід Павлович** – доктор технічних наук, професор, ректор Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв) – *голова редакційної колегії серії «Техногенна безпека»*;
- Людмила Іванівна** – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології та екологічної безпеки Чорноморського державного університету імені Петра Могили, заступник керівника НМЦ екобезпеки (м. Миколаїв);
- Михайлович** – доктор технічних наук, професор кафедри прикладної та вищої математики Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв);
- Олексійович** – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри здоров'я людини та фізичної реабілітації Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв);
- Анатолій Якович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри економічної теорії та міжнародної економіки Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв);
- Валентин Якович** – доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій і програмних систем Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв);
- Світлана Григорівна** – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету еколого-медичних наук Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв);
- Микола Іванович** – доктор технічних наук, професор кафедри кондиціонування та рефрижерації Національного університету імені адмірала Макарова (м. Миколаїв);
- Сергій Сергійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, ректор Національного університету імені адмірала Макарова (м. Миколаїв);
- Вячеслав Іванович** – кандидат технічних наук, в. о. доцента кафедри екології та природокористування Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв) – *відповідальний секретар редакційної колегії серії «Техногенна безпека»*;
- Олександр Андрійович** – доктор біологічних наук, професор кафедри біології та екологічної безпеки Чорноморського державного університету імені Петра Могили, керівник НМЦ екобезпеки (м. Миколаїв);
- Світлана Тихонович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інтелектуальних інформаційних систем Чорноморського державного університету імені Петра Могили (м. Миколаїв).

Матеріали надходять в авторській редакції

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:
54003, м. Миколаїв,
вул. 68 Десантників, 10
Тел.: (0512) 76-55-99, 76-55-81,
факс: 50-00-69, 50-03-33,
E-mail: avi@chdu.edu.ua

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ 9

Клименко Л. П., Мещанинов О. П., Андреев В. І., Щесюк О. В., Щесюк Л. В.

Досвід використання енергії сонця для гарячого водопостачання в Чорноморському
державному університеті імені Петра Могили 10

Григор'янов В. С., Коробочка О. М. Використання безкамерної фільтрувальної
технології для очищення рідин на автотранспортних підприємствах 17

Мельникова В. С. Оцінка показників суднових енергетичних установок
при експлуатації біодизельних палив 21

Григор'янов С. М., Боду С. Ж. Метод розрахунку опор ковзання із залученням
теорії подібності 25

Григор'янов С. М., Боду С. Ж. Підвищення несучої здатності важконавантажених пар тертя 27

Ткаченко Ю. А., Ткаченко Г. І., Грибков О. В., Шостак Д. І. Дослідження параметрів
технічного стану для силікатного неорганічного скла 32

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ І ДОВКІЛЛЯ 38

Смедов Ю. О., Матвеева І. В., Родіна В. В., Бевза А. Г. Теорія радіоемності і моделі
радіоемності при оцінці екологічних ризиків в екосистемах 39

Григор'єва Л. І. Місце фонових обстежень територій у системі екологічного аудиту
території – чинників потенційного впливу на довкілля 45

Степанко В. В. Проблема надійності біологічних систем і безпека життєдіяльності 51

Степанко Д. О. До проблеми вдосконалення вітчизняної нормативно-правової бази
питного водопостачання як одного з основних чинників підвищення
екологічної безпеки питної води 56

Степанко М. І., Макарова О. В. Аналіз економічної доцільності та екологічної безпеки
технологічних шляхів скорочення викидів токсичних газів котельних підприємств
в процесі виробництва будівельних матеріалів 62

Степанко Ю. А., Григор'єва Л. І. Управління еколого-техногенним та радіаційним ризиком
в регіональному регіоні України 69

Степанко І. В. Дослідження і оцінка надійності систем транспорту радіонуклідів
в агрокосистемі 81

Степанко Г. Т. Вплив обробки насіння АФБ на продуктивність гореху та значення
для екологічного землеробства 85

РОЗДІЛ 3. РАДІОБІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 88

Степанко О. М., Коваленко В. В., Чорний А. І. Пострадіаційні атрофічні процеси
в центральній нервовій системі у зв'язку з проблемою безпеки життєдіяльності
(на випадок з практики) 89

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА РАДИОНУКЛИДОВ В ЛОКАЛЬНОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЕ

В статье с позиций теории и моделей радиоемкости и надежности рассмотрены типичная локальная агроэкосистема, загрязненная радионуклидами после Чернобыльской аварии. Показана возможность оценки агроэкосистемы, как системы транспорта радионуклидов от почвы к человеку и оптимизации выбора контрмер.

Ключевые слова: радиоемкость и надежность экосистем, агроэкосистема, радионуклиды

В статті з позицій теорії та моделей радіоемності і надійності розглянута типова локальна агроекосистема, забруднена радіонуклідами після Чорнобильської аварії. Показана можливість оцінки агроекосистеми, як системи транспорту радіонуклідів від ґрунту до людей та оптимізації вибору контрзаходів.

Ключові слова: радіоемність та надійність екосистем, агроекосистема, радіонукліди.

The report from positions of the theory both models of radiocapacity and reliability are considered typical local of agroecosystem, polluted by radionuclides after Chernjbyl accident. The opportunity of an estimation of reliability agroecosystem, as systems of transport of radionuclides from ground to the man and optimization of a choice of countermeasures is shown.

Key words: radiocapacity and reliability of ecosystems, agroecosystem, radionuclides.

Нами получены результаты по оценке распределения радионуклидов в агроэкосистеме на примере с. Галузия, Волинская область. Показана заметная динамика формирования радионуклидов в почве и их воздействие на людей. Для оценки и прогноза таких процессов предложено использовать модели радиоемкости и надежности. Для этого агроэкосистема рассматривается как система транспорта радионуклидов от почвы к человеку. Нами предложены количественные модели оценки надежности отдельных элементов агроэкосистемы в целом. Данный подход позволил по-новому взглянуть на проблему радиационной безопасности человека и разработать темы применения защитных контрмер.

Изучение радиоэкологических процессов в агроэкосистеме особенно важно для оценки и прогноза радиационной безопасности для населения, особенно в условиях высоких дозовых нагрузок. Кроме использования ранее метода камерных моделей, предложено разработать подходы к более комплексной оценке надежности и устойчивости агроэкосистем. Речь идет об анализе агроэкосистемы, как системы транспорта радионуклидов от почвы к человеку, с учетом модификации данных процессов.

Предложено применить эффективный анализ к агроэкосистеме в системе транспорта радионуклидов от почвы к человеку, используя теорию и модели радиоемкости. Реализация данной задачи позволит расширить круг средств теоретической

радиоэкологии и может существенно дополнить существующий метод камерных моделей.

Разработанные нами модели и теория радиоемкости экосистем позволит ввести адекватный параметр – фактор радиоемкости – для определения состояния биоты экосистемы [1].

Радиоемкость – лимит радионуклидного загрязнения биоты экосистемы, при котором не наблюдаются серьезные изменения ее функционирования. При превышении данного лимита могут наблюдаться угнетение и/или подавление роста биоты. Фактор радиоемкости определяется как часть радионуклидного загрязнения, способного накапливаться в той или иной части (компоненте) экосистемы, без нарушения ее структуры. Экспериментальными и теоретическими исследованиями установлено, что чем выше параметр радиоемкости биоты в экосистеме, тем выше уровень благополучия и надежности биоты в ней. В частности, в исследованиях с растительными экосистемами показано, что способность биоты накапливать и удерживать радионуклидный трассер ^{137}Cs , аналог минерального элемента питания растений калия, отображает устойчивость и надежность биоты данной экосистемы. Установлено, что снижение показателя радиоемкости биоты в растительной экосистеме при влиянии химических поллютантов и при гамма-облучении растений, четко отображает снижение благополучия биоты и надежности экосистемы.

О
контр-
Cs¹³⁷

Контр-мер
Контрмер-прикорм
Удобрения
Сеянка
Уборка дернины (3-5 см)
Феррициновые болоты
Феррициновые Фильтры (для молока)
Удобрения уборка дернины + болоты
Лес: грибы + ягоды
Огород

* K_d — применен

наибол
ления
значен
метода
рассмат
из четы
значен
 K_d . Эфф
удалени
помощь
нение д
Беларус
снижени
выпасаю
Расчеты
после ис
может с
данная к
В Ре
апробиро
коровы
сепараци
специаль
($K_d = 5$).
связывать
молоке,

образом, можно утверждать, что параметр P_i способен выступать в качестве меры надежности каждого элемента экосистемы, а также и в целом. Чем выше фактор радиоемкости, надежность удержания трассера в каждом из элементов экосистемы, тем выше надежность элементов экосистемы. Используя эти данные конкретной экосистемы, мы имеем возможность оценивать надежность всей экосистемы по способности обеспечивать распределение и перемещение трассера, которые отображают ее состояние [1].

В проведенных теоретических исследованиях, установлено, что, используя параметры скоростей радионуклидов между камерами (a_{ij} и a_{ji}), можно оценить надежность компонента экосистемы, как способность транспорта радионуклидов по камерам

$$P_i = \sum a_{ij} / (\sum a_{ij} + \sum a_{ji}), \quad (1)$$

где P_i — надежность i -того элемента экосистемы, как способность транспорта (радионуклида), $\sum a_{ij}$ — сумма скоростей перехода радионуклидов в сопряженные с ней камеры, $\sum a_{ji}$ — сумма скоростей перехода радионуклидов из сопряженных с ней камер, от которых радионуклиды поступают в данную камеру, надежность транспорта оцениваем через P_i .

Итак, мы оцениваем надежность i -того элемента экосистемы по его способности удерживать радионуклиды, которые попадают в него. Далее, зная структуру обеспечения надежности транспорта радионуклидов от компонентов экосистемы, на основе модели надежности экосистемы в целом, мы имеем возможность оценивать надежность всей системы транспорта радионуклидов к людям.

В данной агроэкосистеме методами теории надежности разработан подход к оценке надежности транспорта радионуклидов для агроэкосистемы [1; 2].

В данной агроэкосистеме, полученные данные по транспорту радионуклидов в экосистеме, получены [1; 2].

В данной агроэкосистеме, основными дозообразующими компонентами являются пастбища.

Эти пастбища функционируют, в основном, как параллельная система.

В данной агроэкосистеме, надежность [1] общая надежность экосистемы, как системы транспорта радионуклидов от пастбищ к людям, может быть оценена по сумме параметров надежности пастбищ.

В данной агроэкосистеме, возможно использование соответствующей структуры транспорта радионуклидов от пастбища (пастбища) образуют параллельную систему транспорта радионуклидов к популяции.

В данной агроэкосистеме, возможно использование последовательную систему: пастбища — эко-мясо-люди.

В данной агроэкосистеме, надежность экосистемы может быть предельно оценена по сумме параметров надежности экосистемы.

В данной агроэкосистеме, надежность экосистемы может быть предельно оценена по сумме параметров надежности экосистемы.

В данной агроэкосистеме, надежность экосистемы может быть предельно оценена по сумме параметров надежности экосистемы.

В данной агроэкосистеме, надежность экосистемы может быть предельно оценена по сумме параметров надежности экосистемы.

В данной агроэкосистеме, надежность экосистемы может быть предельно оценена по сумме параметров надежности экосистемы.

В данной агроэкосистеме, надежность экосистемы может быть предельно оценена по сумме параметров надежности экосистемы.

На основе наших экспедиционных исследований, по результатам наблюдений и расчетов нами получены оценки скоростей перехода между камерами исследованной агроэкосистемы.

Данные таблицы 1 позволяют провести оценки надежности компонентов экосистемы по предложенной нами формуле (1) и, зная последовательный характер связи отдельных компонентов агроэкосистемы с популяцией населения, провести оценку надежности данной агроэкосистемы, как системы транспорта радионуклидов от пастбищ к населению. Для простоты мы ограничимся расчетом надежности исследуемой агроэкосистемы при средних значениях параметров скоростей. Результаты расчетов представлены в таблице 1. Показанный тут подход может быть применен для оценки эффективности разного типа контрмер, которые представлены в таблице 2.

Для анализа используем результаты расчетов, которые показаны в таблице 1. В первом блоке таблицы представлены данные по расчетам надежности транспорта радионуклидов по 4-х пастбищам: сначала при ситуации формирования дозы за счет использования молока, а потом — за счет употребления говядины.

По этим данным были просчитаны величины перехода радионуклидов Cs^{137} ко всем группам населения. Эту величину можно использовать для расчета коллективной дозы, используя величины коэффициентов дозовых цен для Cs^{137} [4; 5; 6] (2 10-8 Зв/Бк). Полученная оценка коллективной дозы составляет около 1,6 чел-Зв в год. При этом оценка средней величины индивидуальной дозы облучения людей составляет около 1,1 мЗв/год (при норме — 1 мЗв/год).

При этом оценки добавки к коллективной дозы за счет использования продуктов лес (0,34 чел.Зв/год) и продукции огорода (0,2 чел.Зв/год). Тогда суммарная коллективная доза составляет около 2,14 чел.Зв/год, а индивидуальная доза облучения для каждого жителя данного села может составить 1,4 мЗв/год.

В данной агроэкосистеме могут быть задействованы разные контрмеры. В табл. 6.3 представлены расчетные данные по ряду возможных контрмер для снижения коллективных доз для населения с. Галузья. Из возможных контрмер [4; 5; 6] мы выбрали только некоторые.

Контрмера, которая чаще используется после аварии на Чернобыльской АЭС, — внесения повышенных норм удобрений. При этом K_d составляет около 2 единиц.

Это означает, что при выращивании продукции растениеводства на повышенных нормах удобрений ожидаемая индивидуальная доза может быть снижена в 2 раза. В таблице 1. представлены данные расчета значений K_d по величине снижения дозы при использовании этой контрмеры. Расчет показал, что при этом наблюдается снижение поступления радионуклидов в продукты питания людей в 1,74 раза. То есть получено, что K_d по величине экономии коллективной дозы для всего села за счет использования 4-х пастбищ составляет 1,74.

После аварии на ЧАЭС также был использован такая контрмера, как сеянка, когда дикие пастбища засеваются культурными травами. При этом на данных территориях наблюдаются более высокие урожаи с

оцінка надійності агрокосистеми без участя контрмер и оцінка ефективності примєнення різних контрмер в агрокосистемі (на примєре с. Галузія) путем оцінки надійності поступлення радіонуклідів з 4-х основних пастбищ (при середніх швидкостях переходу радіонуклідів між камерами моделі)

№ пастбища	Запас р/н, Ки	Надійність транспорту р/н (по молоку)	Надійність транспорту р/н (по м'ясі)	Надійність загального транспорту р/н	Перехід р/н (Ки)	Сумарний перехід р/н (Ки) по пастбищам, колективна доза и К _д	К _д (2) по надійності
1	0,0056	0,03	0,022	0,052	0,0008	0,0022 (1,6 чел-Зв) К _д = 1	1
2	0,0169	0,025	0,019	0,044	0,0007		
3	0,0003	0,029	0,027	0,056	0,0004		
4	0,0011	0,041	0,033	0,074	0,0008		
1	0,0056	0,015	0,011	0,026	0,00015	0,013 (0,96 люд-Зв) К _д = 1,7	0,0022/0,0013 = 1,74
2	0,0169	0,013	0,009	0,022	0,00037		
3	0,0003	0,021	0,020	0,041	0,00026		
4	0,0011	0,025	0,019	0,044	0,00048		
1	0,0056	0,0106	0,0079	0,0135	0,0001	0,008 (0,6 люд-Зв) К _д = 2,7	2,75
2	0,0169	0,008	0,006	0,014	0,0002		
3	0,0003	0,017	0,016	0,033	0,0002		
4	0,0011	0,017	0,013	0,030	0,0005		
1	0,0056	0,0033	0,0024	0,0057	0,00003	0,000032 (0,024 люд-Зв) К _д = 66,7	69
2	0,0169	0,0029	0,0022	0,0051	0,00009		
3	0,0003	0,0069	0,0065	0,0134	0,00008		
4	0,0011	0,0061	0,0047	0,0108	0,000012		
1	0,0056	0,014	0,013	0,027	0,0002	0,0012(0,88 люд-Зв) К _д = 1,8	1,8
2	0,0169	0,013	0,012	0,025	0,0004		
3	0,0003	0,0104	0,0102	0,0206	0,0001		
4	0,0011	0,023	0,022	0,045	0,0005		
1	0,0056	0,0297	0,02	0,0497	0,0003	0,0021 (1,6 чел-Зв) К _д = 1	1,05
2	0,0169	0,0252	0,0174	0,0426	0,0007		
3	0,0003	0,026	0,024	0,05	0,0003		
4	0,0011	0,0416	0,0293	0,0709	0,0008		
1	0,00056	0,015	0,01	0,025	0,000014	0,000024(0,016 люд-Зв) К _д = 100	91,7
2	0,00169	0,0025	0,0017	0,0042	0,0000071		
3	0,00003	0,01	0,009	0,019	0,00000057		
4	0,00011	0,014	0,009	0,023	0,0000025		
						0,34 чел-Зв	
						0,2 чел-Зв	

коэффициент дезактивации, показывает во сколько раз может быть снижена доза облучения людей после применения контрмеры

при значениями коэффициентов накопления в системе почва-травы. В этом случае могут быть более 3. Системные расчеты надежности (при этом экосистема как надежная параллельная система пастбищ) составили по всем пастбищам К_д = 2,75. Это приемлемые значения. Методом дезактивации может быть и в пастбищах верхнего слоя дернины с помощью машины TURF CUTTER. Применение контрмеры в 30-км зоне на территории села показало резкое, более чем в 10 раз, снижение молока и мяса у коров, которых обработанном таким образом пастбище. Показано, что по параметрам надежности К_д применения снятия дернины, по величине К_д составило 69 единиц. Следует отметить, что этот метод трудоемкий и достаточно дорогой. В качестве контрмер были использованы следующие методы, как введение в желудок коров феррациновых болосов (К_д = 4), а также феррациновые фильтры, которые обработаны феррацином. Феррацин имеет избирательную способность связывать и тем самым, снижать его содержание в молоке. Как известно, является основным

дозообразующим продуктом питания, особенно у жителей сельской местности. Более детальный расчет на основе предложенной модели надежности позволил провести всестороннюю оценку эффективности данных контрмер. Показано, что по результатам таких системных расчетов К_д для феррациновых болосов составил около 1,8 единиц, а феррациновых фильтров 1,05. Это показывает, что локальная эффективность контрмеры еще не гарантирует общей системной эффективности для всей агроэкосистемы. Для полноты картины на основе предложенного метода мы рассмотрели вариант использования ряда контрмер: внесение удобрений, снятия дернины и применения болосов. Считалось, что комбинация контрмер, окажется заметно эффективнее каждой отдельно примененной контрмеры. Расчет показал, что комбинированное использование контрмер может позволить заметно, до 69 раз, снизить коллективную дозу для данного села. Ясно, что в условиях относительно малых уровней радионуклидного загрязнения использования такой комбинированной системы контрмер не реально. В то же время подобные комбинации могут быть полезными для других интенсивно загрязненных радионуклидами регионов Украины и Беларуси.

- радіоекологічних процесів методом камерних моделей на прикладі села у Волинській області / І. В. Матвеева, О. Кутлахмедов та ін. // Вісник Національного авіаційного університету. – 2005. – № 3. – С. 173–176.
- радіоекологічних процесів на прикладі сіл, забруднених Cs-137 та Sr-90, оцінених за методом камерних моделей / О. Кутлахмедов, В. М. Ісаснко та ін. // Ядерна фізика та енергетика. Національна Академія Наук України, Інститут енергетики. – Київ. – 2006. – № 2(18) – С. 93–98.
- Ecology in Radiation Ecology / Yuriy A. Kutlakhmedov, Iryna V. Matveeva, Anastasiya G. Salivon, Victor V. Rodyna // International Symposium on Stochastic Models in Reliability Engineering, Life Science and Operations Management. – Israel, 2010. – С. 173–176.
- Екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи: віддалені радіоекологічні та радіобіологічні проблеми і шляхи контролю за ними / В. П. Зотова – К.: МЕДЭКОЛ, 2000. – 293 с.
- Ремедіація і адаптація: моделювання прогнозно-аналітичної системи для створення заходів по зниженню ризику для екосистем і населення / Под общ. ред. д.б.н., проф. В. П. Зотова и д.б.н., проф. Ю. А. Кутлахмедова. – М.: НИЦ Био-Экосистем, 2003. – 216 с.
- Перспективи фітодеконтамінації і фітотриходеміації ґрунтів, забруднених радіонуклідами / Н. В. Зезина, А. Н. Михеев и др. // Экология и ресурсосбережение. – 2004. – № 1. – С. 49–53.

Матвеева О. В., д.мед.н., професор;
Кутлахмедов В. С., д.мед.н., професор.

2

Дата надходження статті до редколегії 25.12.2012 р.

Матвеева О. В. – к.т.н., доцент, Національний авіаційний університет, факультет екологічної безпеки,

з інтересів: математичні моделі переносу радіонуклідів між компонентами екосистем, ґрунтами.

По:
публік
посіда
реніша
ґрунт,
склад.
азоту,
ґрунтів
засвоє
має п
вважа
біолог
білка,
політ
За:
бактер
невід
вироп
Уч:
вивче
підви
систе
ґрунт
[4].
А
збага
попо
покр
підви
насіні
обро
на гр
Б
здати