

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУВПО «Удмуртский государственный университет»

Н.Р. Веселкова

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
АГРОЭКОСИСТЕМ**

Учебное пособие

Ижевск

2008

УДК
ББК

Удмуртский государственный университет

Рекомендовано к изданию по решению учебно-методической
комиссии БХФ УдГУ

Научный редактор:

Киреева Т.Б., кандидат биологических наук, доцент УдГУ

Рецензенты:

В.В. Туганаев, доктор биологических наук, профессор УдГУ,
заслуженный деятель науки УР и РФ;

И.И. Рысин, доктор географических наук, профессор УдГУ

Веселкова Н.Р. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ:
Учебное пособие. Ижевск: УдГУ. 2008. - 100 с.

В учебном пособии рассматриваются основные принципы экологически ориентированного управления структурой и функциями агроэкосистем, показана роль экологического нормирования основных параметров агроэкосистем, приводится краткий очерк истории развития и концепции современной агроэкологии, а также словарь основных агроэкологических терминов.

Учебное пособие предназначено для студентов биологических, экологических и географических специальностей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Теоретические основы экологической оптимизации агроэкосистем» рекомендовано в качестве теоретической основы преподавателям при чтении таких курсов как «Геоботаника», «Общая экология», «Агроэкология», «Агрофитоценология», «Природопользование», а также студентам специальностей «Биология», «Экология», «География», «Природопользование» при изучении указанных курсов, в том числе при выполнении курсовых и дипломных работ по соответствующей тематике.

Часть материала представлена в виде таблиц, что имеет большое значение при самостоятельной работе студентов, так как указанная подача материала структурирует его и значительно облегчает восприятие.

Особую ценность для пользователей данного пособия представляют вопросы для самоконтроля после каждого раздела, список рекомендуемой литературы и словарь терминов, способствующий формированию понятийного аппарата в области агроэкологии.

То, что в данном пособии основное внимание уделено принципам сестайнинга, экологического императива и адаптивного подхода, актуализирует его как учебник, отражающий современный уровень развития агроэкологии.

Необходимость его издания обусловлена недостаточной обеспеченностью учебного процесса литературой по агроэкологической тематике.

Пособие обобщает материалы, полученные автором в ходе многолетнего изучения структурно-динамических характеристик агроэкосистем Удмуртской республики, и может быть востребовано специалистами в области охраны природы, сельского и лесного хозяйства в качестве методологической основы при организации рационального природопользования, охраны природы и мониторинга растительного покрова агроэкосистем с учетом региональных особенностей подзоны южной тайги и хвойно-широколиственных лесов Предуралья.

Подобного рода издания в печати появляются не так часто, поэтому его издание является своевременной и актуальной задачей.

Автор выражает огромную благодарность Р.М. Хазиахметову, Б.М. Миркину, В.В. Туганаеву, И.И. Рысину, Т.Б. Киреевой за ценные советы при написании работы, а также при подготовке пособия к изданию.

ВВЕДЕНИЕ

Среди множества проблем современности одной из самых актуальных является проблема взаимодействия человека и природы. Усиление антропогенного пресса на природную среду поставило биосферу на грань экологической катастрофы. В качестве альтернативы существующей стратегии природопользования сформировалось представление об устойчивом развитии мирового сообщества.

Одним из центральных элементов концепции общества устойчивого развития является продовольственная безопасность (ПБ) (Brown, 1994, 1995, 1996, 1997; Миркин, 1997). Продовольственная безопасность подразумевает обеспечение населения достаточным количеством продуктов питания при сохранении природных ресурсов, в том числе - обеспечение аналогичной возможности для поколений потомков.

В годы «плановой экономики» благополучие в обеспечении продовольствием было построено на антиэкологических методах ведения сельского хозяйства. При возделывании сельскохозяйственных культур терялось от 30 до 60 % применяемых удобрений, средств защиты растений и поливной воды. Интенсивное использование минеральных удобрений и пестицидов, мелиорация земель, использование крупногабаритной техники в сельском хозяйстве привели к снижению биоразнообразия и устойчивости агроландшафтов. «Парадоксальность сложившейся ситуации состоит в том, что отрасль, исторически базирующаяся на использовании

практически неограниченных и экологически безопасных ресурсов солнца и биосферы, оказалась в числе наиболее ресурсоэнергорасточительных и природоопасных» (Жученко, 1998, с. 12).

В последнее время экономическая эффективность сельского хозяйства несколько возросла. Непроизводительные затраты пошли на убыль - стали сокращаться поголовье скота и доля пашни в структуре сельхозугодий, ушли в прошлое «кладбища» сельскохозяйственной техники, которую можно еще отремонтировать, удобрения, сваливаемые в овраг, пестициды, накапливаемые на складах... Тем не менее, современное сельское хозяйство все еще остается экологически опасным – имеет место ускоренное развитие эрозионных процессов, формируется дефицит элементов минерального питания в почве, происходит пастбищная дигрессия, деградация лесов и т.д. Причин тому множество, среди которых следует отметить диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию и промышленные товары, крайне низкие дозы внесения минеральных и органических удобрений, низкий уровень мелиоративных работ, завышенную долю пашни и недостаток лугопастбищных угодий и т.д.

Проблемы, стоящие перед сельским хозяйством России, характерны и для Удмуртской республики. При решении вышеназванных проблем особую актуальность приобретают исследования современного состояния растительного покрова, т.к. растения являются единственными глобальными автотрофными компонентами природных экосистем, играют

определяющую роль в их структурно-функциональной организации. От состояния растительности зависит газовый состав атмосферы, круговорот воды в гидросфере, направление почвообразовательных процессов и геохимических миграций в литосфере, интенсивность проявления денудационных и эрозионных процессов. Состояние растительного покрова можно использовать в качестве надежного и доступного индикатора нарушенности природных экосистем. Растительности принадлежит основополагающая роль в устранении негативных последствий антропогенной трансформации природных ландшафтов, поддержании их экологической стабильности.

Таким образом, на современном этапе развития природы и общества очевидна необходимость безотлагательного принятия решительных мер в области контроля состояния природной среды и хозяйственной деятельности человека, перехода на экологически ориентированное управление структурой и функциями агроэкосистем.

1. КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ АГРОЭКОЛОГИИ

В последние десятилетия наблюдается бурный всплеск в развитии агроэкологии, в то время как ее история уходит корнями в далекое прошлое.

На заре становления цивилизации антропогенное воздействие не превышало компенсационных возможностей природных экосистем, которые могли поддерживать свое стабильное состояние неопределенно долго, не страдая от истощения ресурсов.

Воздействие человека на окружающую среду значительно возросло при переходе от присваивающего типа хозяйственной деятельности (охота, собирательство) к производящему (земледелие, скотоводство). Уже в самом начале своего развития сельское хозяйство сопровождалось экологическими кризисами, которые первоначально имели локальный характер.

Несмотря на то, что необходимость в агроэкологии существовала с начальных этапов земледельческой истории человеческого общества, возможность становления ее как научного направления появилась после определенного периода развития (первоначального накопления фактов, выделения узкоспециальных дисциплин), когда наряду с дальнейшей дифференциацией наблюдается интеграция наук, возникают новые направления на границе различных областей знания.

Основоположником научной агроэкологии в российской науке по праву считают выдающегося ученого А.Т. Болотова. Его предложения о переводе хозяйств с трехпольного на семирпольный плодосмен с четырьмя

полями, занятыми перелогом или посевами трав, являются попыткой создания замкнутой агроэкосистемы. Болотов обоснованно считал, что «хотя площадь посевов при этом уменьшится, однако не произойдет от того никакого убытка, но паче хлеба родиться будет более, а сверх того произойдет еще та польза, что мы скота можем содержать более нынешнего, землю свою всю удабривать, да и сена с еще с лугов гораздо более получать будем» (Болотов, 1988, с. 80). Большое значение Болотов придавал необходимости сочетания скотоводства и растениеводства – «сии две вещи так между собою связаны, что если одна упущена будет, то неминуемо нанесет вред и другой» и эмпирически нашел их оптимальное соотношение: «на каждую десятину пашни нужно иметь не менее двух коров, чтобы навоз должным образом собранный и сохраненный, поддерживал высокое плодородие почвы, соответственно поголовью должна быть и площадь лугов – для заготовки сена и пастьбы» (Болотов, 1988, с. 121). Болотов предлагал размещать крестьянские дворы таким образом, чтобы приблизить их к худшим почвам, где особо необходимо удобрение, в то же время предупреждая о «худых землях», которые не следует использовать как пашню, а надобно «запускать» в луга или леса. Много внимания он уделял правильному хранению навоза, обеспечивающему сохранение питательных элементов и очищение от значительной части семян сорняков.

В конце XIX - начале XX века большой вклад в развитие научных основ агроэкологии внесли работы И.А.

Стебута, В.В. Докучаева, В.Р. Вильямса, Д.Н. Прянишникова, Н.И. Вавилова и др.

Исследования И.А. Стебута были посвящены совершенствованию приемов агротехники полевых культур, возможности использования в культуре “диких трав” местной флоры. Среди множества его работ фундаментальным трудом является "Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России" (Стебут, 1957).

В.В. Докучаев в работе “Наши степи прежде и теперь” сформулировал основополагающий принцип агроэкологии – о необходимости установления возможно правильного соотношения между лесами, пашнями, лугами. Он писал: «нормы, определяющие относительные площади пашни, лугов, леса и вод, конечно, должны быть соображены с местными климатическими, грунтовыми и почвенными условиями, а равно и с характером господствующей культуры» (1953, с. 104-105). Его рекомендации - не распахивать крутые склоны, создавать пруды для задержания дождевых и талых вод, обсаживать деревьями и кустарниками прибрежные полосы, склоны и стенки оврагов, беречь леса на водоразделах или восстанавливать исчезнувшие - не потеряли актуальности и в настоящее время. Открытие В.В. Докучаева о зональном распределении почв послужило основой для разработки зональных систем земледелия.

Основная заслуга В.Р. Вильямса заключается в создании теоретической основы луговедения, разработке травопольной системы земледелия и основных методов улучшения лугов. Чтобы сохранить плодородие пахотных

почв, Вильямс считал необходимым не менее половины территории хозяйства занять естественными и сеянными лугами. При этом большое значение он придавал лесомелиорации, выступая защитником лесов от выпаса, считая, что скудный корм в лесу не компенсирует того вреда, который нанесет скот лесу, понизив его «агроэкономический эффект» (Вильямс, 1949).

Д.Н. Прянишников был пропагандистом повышения роли биологической азотификации, считая основным показателем оптимизации сельскохозяйственного производства долю бобовых в посевах. Он был сторонником балансного метода оценки обеспеченности почвы питательными элементами с целью уменьшения вымывания вносимых удобрений в окружающую среду.

Н.И. Вавилов считается родоначальником адаптивного подхода в растениеводстве. Он ратовал за повышение в результате селекции засухоустойчивости культур их устойчивости к грибковым заболеваниям, предлагал «поджать» ареал пшеницы, замени ее к югу на сорго, а к северу – на рожь и ячмень.

В XX веке проблема экологических кризисов приобрела глобальный характер, что привело к смене приоритетов в сельскохозяйственной науке, подъему интереса к экологизации сельского хозяйства. Этот этап развития агроэкологии характеризуется огромным потоком публикаций, общим недостатком большинства из которых является их «узкоспециальность и разобщенность» (Одум, 1987).

Более интегрированный подход к решению задач агроэкологии можно найти в работах, посвященных

агролесомелиорации (Приходько, Пастернак, 1987; Приходько, 1988; Экологическая оптимизация..., 1987; Паулюкявичус, 1989 и др.) и **контурно-мелиоративной организации территории** (Леппке, 1981; Котлярова, 1990; Бураков, 1990; Лопырев и др., 1990; Храмцов, 1996; Кирюшин, 1993, 1996, 2000 и др.).

Роль агролесомелиорации определяется значимостью лесонасаждений, как структурно-функционального элемента агроэкосистемы. Леса наиболее эффективно, по сравнению с другими типами растительности, выполняют такие функции, как водорегулирующую (стабилизируют уровень грунтовых вод), почвозащитную (предохраняют почву от интенсивного развития эрозионных процессов) и кольматирующую (препятствуют выносу смытого материала в реки). Лесополосы способствуют закреплению экологически обоснованной структуры сельскохозяйственных угодий, направляют линии контурной обработки полей, вносят организующее начало в регулируемый выпас скота (Касьянов, 1979; Приходько, Пастернак, 1987; Бураков, 1990; Храмцов, 1996). Лесонасаждения, снижая скорость ветра, сглаживая суточные и сезонные амплитуды температуры воздуха и почвы, защищая почву от эрозии, создают благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур на полях, защищают животных от неблагоприятных погодно-климатических условий на пастбищах (Молчанов, 1973; Галл, 1979; Муха, 1979; Павловский и др., 1979; Бялый и др., 1996; Лазарев и др., 1986; Щербаков и др., 1986). В лесоаграрных ландшафтах,

по сравнению с безлесными, происходит обогащение фауны, многие представители которой являются охотничье-промысловыми животными или «врагами» вредителей культурных растений (Формозов, 1976; Тарашук, 1953; Курлавичус, 1986; Иноземцев, 1987 и др.). Леса обладают высокими пылеулавливающими, окисляющими и ионизирующими свойствами, эффективно снижают концентрацию в воздухе сероводорода, окиси азота, окиси углерода, фтористого водорода и других вредных газов (Бауэр, Вайничке, 1971; Касьянов, 1979). Особое значение имеет положительное воздействие лесов на психоэмоциональное состояние людей (Родоман, 1981; Павловский, 1980). Важной функцией лесов остается сырьевая - широкое применение в различных отраслях народного хозяйства находят древесина и ресурсы ее побочного пользования.

Суть контурно-мелиоративного подхода (или принцип ландшафтно-сельскохозяйственной адаптивности) заключается в размещении структурно-функциональных элементов агроэкосистемы в соответствии с природными особенностями территории. При этом контуры угодий определяются в соответствии с границами экологически однородных территорий.

В работах, посвященных контурно-мелиоративной организации территории и агролесомелиорации, рассматриваются взаимосвязи между несколькими структурно-функциональными блоками агроэкосистемы. Но поскольку во внимание принимается только один уровень – автотрофный, задача экологической оптимизации всей агроэкосистемы, остается нерешенной.

Наиболее перспективным в настоящее время является **комплексный подход** с учетом всех трофических уровней агроэкосистемы и функциональных связей между ними. Из числа современных ученых, которые активно разрабатывают научные основы агроэкологии, следует отметить А.А. Жученко. Он опубликовал ряд фундаментальных монографий по вопросам адаптивного растениеводства и энергосбережения (Жученко, 1990, 1993, 1998, 1999 а, б, 2000, Жученко, Афанасьев, 1998). Большой вклад в экологизацию земледелия внесли работы А.И. Бараева (1975), А.Н. Каштанова (1992, 1993, 2000), М.И. Лопырева (1988, 1995), А.П. Щербакова (1992, 1998, 1999) и др. Последовательным сторонником компромиссных систем земледелия является Г. Кант, который в своих работах особое внимание уделяет энергосберегающим технологиям в сельском хозяйстве, применению умеренных доз удобрений наряду с широким использованием биологических методов (внесение навоза, высев сидератов, минимизация обработки почвы). Экосистемный подход отличает работы А.А. Чибилева, посвященные оптимизации степных сообществ (Чибилев, 1990, 1992; Климентьев, Чибилев, 2000). Особого внимания заслуживают работы башкирских ученых (Миркин, 1988, 1991, Миркин и др., 1996, 1999; Миркин, Хазиахметов, 1997, 2000, Миркин, Хазиев, 1999 и др.), которые одними из первых в России начали разрабатывать программу экологической оптимизации агроэкосистем. В настоящее время их разработки успешно используются в практике сельского хозяйства республики

Башкортостан. Целостная концепция экологизации сельского хозяйства дана американскими учеными в монографии «Сельскохозяйственные экосистемы» (1987), в которой анализируются основные аспекты современной агроэкологии – энергосбережение, замыкание циклов веществ и возможности усиления механизмов саморегуляции в агроэкосистемах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Кого в российской науке по праву считают основоположником научной агроэкологии?
2. Назовите выдающихся ученых и вклад каждого из них в развитие агроэкологии в конце XIX-начале XX века.
3. Что из себя представляет агролесомелиорация и ее роль в решении задач агроэкологии?
4. В чем заключается принцип контурно-мелиоративного подхода?
5. Назовите наиболее перспективный подход при экологической оптимизации агроэкосистем. Почему он является наиболее перспективным?
6. Назовите современных ученых, которые активно разрабатывают научные основы агроэкологии.

2. КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОЙ АГРОЭКОЛОГИИ

В настоящее время агроэкология представляет собой междисциплинарный научный комплекс, рассматривающий агроэкосистемы, их функциональные элементы и закономерности взаимодействия между ними (Хазиахметов, Наумова, 1996)

Под агроэкосистемами (АгрЭС) большинство исследователей понимают целостные образования взаимосвязанных элементов хозяйства, общества и природы, функционирующие в определенных пространственно-временных параметрах (Николаев, 1987; Трофимов и др., 1995).

Агроэкосистемы занимают промежуточное положение между естественными и искусственными экосистемами. С одной стороны, основным источником энергии в АгрЭС, как и в природных экосистемах, является солнечная энергия, на долю которой приходится 90-95 % (Булаткин, Ларионов, 1992), а основным процессом ее фиксации – фотосинтез. С другой стороны, человек вводит в АгрЭС дополнительную энергию, источниками которой являются топливо, тяговая сила животных и труд человека.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ между естественными экосистемами и агроэкосистемами (Миркин, Наумова, 1999). Другие отличительные признаки АгрЭС от природных экосистем заключаются в следующем:

1. Если понятие естественной экосистемы безранговое, то АгрЭС имеет определенный

территориальный ранг, обычно соответствующий границам сельскохозяйственного предприятия; АгрЭС более открыты, чем естественные экосистемы, так как из них постоянно происходит отток элементов минерального питания с продукцией растениеводства и животноводства, а также в результате интенсивных эрозионных и денудационных процессов;

3. АгрЭС имеют искусственную структуру и характеризуются значительно меньшим биоразнообразием;

4. Сельскохозяйственные растения и животные в АгрЭС подвергаются не только естественному, но и искусственному отбору;

5. Управление АгрЭС, в отличие от саморегулирующихся природных экосистем, осуществляется извне человеком и подчинено внешним целям.

То есть, в агроэкосистемах сохраняется фундамент функционирования природных экосистем (фотосинтез продуцентов), но изменяется их структура и количественные параметры.

Основу устойчивого сельского хозяйства составляют агроэкосистемы, в которых воспроизводится почвенное плодородие, восстанавливаются гидрологические и гидрохимические показатели агроландшафтов, на высоком уровне поддерживается биоразнообразие и продуктивность угодий (Соколов и др., 1993; Соколов, Семенов, 1998). Такое состояние АгрЭС, в котором происходит относительное самовозобновление и

самоподдержание агроресурсов, получило название *сестайнинга* (Моисеев, 1995).

При формировании сестайнинга АгрЭС реализуется принцип «можно все, что не запрещено». То, что запрещено, обобщается понятием *экологического императива* как системы запретов на все виды и формы использования природных ресурсов, которые ведут к разрушению и загрязнению среды или производимых продуктов (Миркин, Хазиев, 1999). Структура экологического императива АгрЭС по наиболее важным параметрам приведена в таблице 2.

Создать АгрЭС со свойствами сестайнинга без компенсации человеком потери ресурсов, которые выносятся с урожаем растений и животноводческой продукцией, а также без энергетических затрат на контроль численности сорных видов растений и животных-фитофагов, невозможно. Тем не менее, задачей агроэкологии является разработка методов повышения рентабельности сельскохозяйственных предприятий за счет активизации биологического потенциала всех компонентов агроэкосистемы, что получило название *адаптивного подхода* (Жученко, 1988, 1990).

В отличие от традиционной селекции, направленной на выведение сортов-рекордсменов с высоким продукционным потенциалом, адаптивная селекция ставит задачей выведение умеренно урожайных культур, но более устойчивых к неблагоприятным факторам среды, менее требовательных к почвенным условиям, более конкурентноспособных, способных противостоять сорнякам, различным возбудителям болезней и

насекомым-вредителям. При адаптивном подходе в животноводстве селекция ведется на повышение коэффициента биоконверсии - «КПД» использования корма с одной стороны, и повышения устойчивости животных к неблагоприятным факторам среды – с другой.

Таким образом, применение адаптивного подхода и соблюдение экологического императива позволит обеспечить сестайнинг агроэкосистем. Для этого необходим переход на *экологически ориентированное управление* (Миркин, Хазиахметов, 2000).

Вопросы для самоконтроля:

1. Что является объектом изучения агроэкологии?
2. Приведите определение агроэкосистемы. Чем агроэкосистема отличается от природных экосистем?
3. При каких условиях агроэкосистема находится в состоянии сестайнинга?
4. Что следует понимать под экологическим императивом. Перечислите требования экологического императива по основным признакам агроэкосистемы.
5. Что из себя представляет адаптивный подход в агроэкологии? Приведите примеры адаптивного подхода в области растениеводства и животноводства.

3. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМАМИ

3.1. Концептуальная схема управления

В агроэкосистеме, как в любой автотрофной экосистеме, происходит создание первичной биологической продукции продуцентами, ее переработка во вторичную - консументами, и последующее разложение органического вещества редуцентами. Эти процессы формируют круговорот веществ, для осуществления которого необходимо постоянное поступление энергии (для большинства природных экосистем – солнечной). В ненарушенных природных экосистемах процессы циркуляции веществ и прохождение по пищевым цепям заключенной в них энергии поддерживаются за счет механизмов самоорганизации, в результате чего приток и отток веществ в них уравновешены, а состав их биоты – относительно постоянен.

При замене естественных экосистем на сельскохозяйственные ситуация коренным образом изменяется. Стоя на вершине экологической пирамиды, человек с целью получения максимального количества первичной и вторичной биологической продукции нужного качества, вынужден спрямлять пищевые цепи, что требует дополнительных энергетических вложений. Таким образом, АгрЭС представляет собой управляемую человеком автотрофную экосистему. Схема управления представлена на рис. 1.

3.2. Стратегия управления

Обеспечение сестайнинга АгрЭС в принципе возможно в любых природных условиях и при различных по величине энергетических субсидиях. При этом будет различаться лишь себестоимость сельскохозяйственной продукции.

При трех возможных уровнях интенсификации сельскохозяйственного производства (интенсивном, экстенсивном и компромиссном) очевидно, что в настоящее время в условиях Удмуртии применение первых двух – неприемлемо.

В первом случае цена сельскохозяйственной продукции будет непомерно высокой за счет высоких энергетических затрат на обеспечение сестайнинга АгрЭС, во втором - будет производиться слишком малое количество сельскохозяйственной продукции.

Поскольку одной из задач экологически ориентированного управления является повышение рентабельности сельскохозяйственных предприятий при сохранении природных ресурсов (приведение эрозии почв к фоновой, прекращение процессов пастбищной дигрессии, сохранение биоразнообразия и т.д.), наиболее приемлемой тактикой управления на сегодняшний день является **компромиссный вариант** ведения сельского хозяйства. В этом случае при умеренных энергетических затратах можно получить сельскохозяйственную продукцию в количестве, достаточном для решения проблем продовольственной безопасности.

3.3. Ограничители управления

Возможности управления агроэкосистемой ограничены, особенно в том случае, когда оно осуществляется на основе адаптивного подхода. Среди ограничителей можно выделить четыре основные группы: а) ресурсные; б) биологические; в) экологические; г) экономические.

В состав группы *ресурсных ограничителей* входят климатические факторы (количество осадков и режим их поступления, продолжительность теплого периода), рельеф, консервативные признаки почв (генетический и гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта и т.д.). В настоящее время при реальных энергетических затратах задача управления ими не ставится. Их нужно принять такими, какие они есть. В этом случае ресурсные ограничители определяют специализацию хозяйств. При увеличении энергетических субсидий (полив, внесение высоких доз удобрений, террасирование крутых склонов, создание теплиц) в случае интенсивной стратегии роль ресурсных ограничителей несколько снижается.

К группе *биологических ограничителей* относятся верхние пределы параметров функционирования растений, животных и микроорганизмов, которые не могут быть преодолены даже самыми высокими энергетическими затратами. Невозможно до бесконечности повышать интенсивность фотосинтеза и степень трансформации продуктов фотосинтеза в товарные фракции продукции первичной биологической продукции (плоды, семена, клубни и т.д.) (Васильев, 1995). Ограничены пределы

окупаемости удобрений и минимизации затрат воды на получение растениеводческой продукции. Имеет верхний предел коэффициент биоконверсии - эффективность переработки первичной биологической продукции во вторичную.

Экологические ограничители соответствуют рассмотренному в гл. 1.1. понятию «экологический императив». Недопустимо управлять АгрЭС таким образом, чтобы при этом разрушались почвы, снижалось биоразнообразие экосистем, истощался запас воды, ухудшалось качество природных ресурсов и т.п. Экологические ограничители накладывают запрет на производство продуктов, использование которых может нанести вред здоровью человека (например, генетически модифицированных). В исключительных случаях (массовое распространение вредителей, возбудителей болезней и т.п.) допускается использование средств защиты растений в пределах установленных норм при условии тщательного экологического контроля полученной продукции.

Суть **экономических ограничителей** заключается в обеспечении рентабельности работы сельскохозяйственных предприятий - на каждую единицу вводимых человеком в агроэкосистему энергетических субсидий должен быть получен максимальный доход. В себестоимость сельскохозяйственных продуктов необходимо включать стоимость природных ресурсов, используемых на их производство, в том числе – затраты на их воспроизводство или рекультивацию в случае разрушения или загрязнения. В настоящее время в

большинстве хозяйств Удмуртии предусматривается лишь сиюминутное повышение рентабельности без учета отдаленных последствий (потеря почвой органического вещества, деградация травостоев пастбищ и т.д.).

3.4. Параметры управления

Наиболее существенными параметрами управления агроэкосистемой являются такие, которые определяют связи между отдельными элементами (пашней, естественными кормовыми угодьями, лесом, поголовьем скота) и конечным результатом «работы» АгрЭС – количеством и качеством первичной (растениеводческой) и вторичной (животноводческой) продукции. Основные параметры управления можно объединить в 5 блоков: 1) трофическая структура АгрЭС; 2) пространственная структура АгрЭС; 3) первичная биологическая продукция; 4) вторичная биологическая продукция; 5) агроресурсы. В таблицах 3, 5-8 показаны входящие в состав этих блоков элементы, задачи управления и способы реализации.

Трофическая структура агроэкосистем (табл. 3)

Трофическая структура АгрЭС включает в себя две основные пищевые цепи – «Растение-Человек» (Р-Ч) и «Растение-Скот-Человек» (Р-С-Ч). Кроме того, существуют дополнительные пищевые цепи – «Растение-Фитофаг-Зоофаг» и «Хозяин-Паразит». Таким образом, задача управления трофической структурой АгрЭС распадается на следующие подзадачи: 1) определение соотношения потоков энергии, которые протекают по

Блок управления: трофическая структура

<i>Элемент</i>	<i>Задача управления</i>	<i>Способ реализации</i>
Соотношение потоков энергии по главным пищевым цепям: «растение-человек» и «растение-скот-человек»	Определение соотношения растениеводческой и животноводческой товарной продукции	Разработка прогноза развития хозяйства на основе анализа экологических условий и рыночной конъюнктуры
Спрявление главных пищевых цепей (подавление дополнительных пищевых цепей)	Контроль интенсивности оттока энергии по цепи «растение-спонтанные фитофаги»	Формирование системы симбиотических связей, использование биометодов, севооборотов с фитосанитарными звеньями, поликультуры, использование инсектицидов
	Контроль интенсивности потока энергии в цепях «хозяйин-паразит»	Повышение иммунитета растений и животных, использование антибиотиков, фунгицидов и др. препаратов для защиты растений и животных от болезней
Уменьшение непроизводительного оттока ресурсов в звене «почва-растение»	Контроль засоренности посевов	Использование агротехнических методов, севооборотов с сорноочищающими звеньями, поликультур, гербицидов
Замыкание циклов веществ	Недопущение уровня дисбаланса органического вещества и ЭМП	Компенсация оттока веществ за счет внесения навоза и минеральных удобрений, использования сапропеля и торфа, исключение эрозии

цепи Р-Ч), т.к. в этом случае не происходит рассеивания энергии в звене «растение-скот». Но зачастую производство растениеводческой продукции оказывается менее рентабельным по сравнению с животноводческой, и, несмотря на неизбежные энергетические потери, оказывается выгоднее направить основной поток вещества и энергии по цепи Р-С-Ч.

Решение второй подзадачи можно осуществить на основе повышения биоразнообразия АгрЭС, что позволит в автоматическом режиме контролировать плотность популяций фитофагов (Кроссли и др., 1987; Новожилов и др., 1993). Плотность популяций сорных растений можно регулировать за счет фитоценотических (включение в севооборот конкурентноспособных культур) и агротехнических (внедрение экологически оптимальных севооборотов, соблюдение оптимальных сроков, способов посева и норм высева семян) мероприятий (Кант, 1988).

Пространственная структура агроэкосистем

(табл. 4)

Пространственная структура АгрЭС включает в себя: а) соотношение площади пашни, естественных кормовых угодий и лесонасаждений; б) пространственное распределение пашни, естественных кормовых угодий и лесонасаждений; в) размеры полей; г) распределение скота по территории.

Таблица 4

Блок управления: пространственная структура

<i>Элемент</i>	<i>Задача управления</i>	<i>Способ реализации</i>
Соотношение площади пашни, естественных кормовых угодий и леса	Создание условий для формирования сестайнинга	Экологическая оптимизация структуры АгрЭС с учетом природных условий (климата и рельефа)
Пространственное распределение пашни, естественных кормовых угодий и лесонасаждений	Создание условий для дифференцированного использования разных почв	Использование принципов ландшафтно-адаптивного земледелия
Размер поля	Повышение уровня взаимодействия агроценозов с другими компонентами АгрЭС	Уменьшение размера полей
Распределение скота по территории АгрЭС	Снижение затрат энергии на перенос вещества в цепях «поле-скот-поле» и «луг-скот-поле», повышение замкнутости циклов веществ	Равномерное рассредоточение скота по территории, уменьшение размера стада

Несмотря на то, что в агроэкологии принят так называемый принцип “экологического триумвирата”, при котором на долю пашни, лугов и лесов отводится примерно одинаковая площадь, очевидно, что это слишком обобщенный принцип (Миркин и др., 1996).

В отношении доли лесов в структуре агроэкосистем в лесной зоне существуют разные точки зрения. Одни авторы считают оптимальным показателем лесистости 40 - 45 % (Груздева, 1992), другие - 51-56 % (Бабурин, 1986) и т.д. С позиций агроэкологии установление доли лесов в структуре агроэкосистемы по средней залесенности недостаточно. Более значимым с экологической точки зрения является принцип чередования лесов с пахотными угодьями. В соответствии с этим принципом, Г.Б. Паулюкявичюс (1989) предложил такой норматив, как длину опушек леса на 1 га пашни (30-70 м/га), который реализуется через размер полей.

С позиций естественной регуляции плотности вредителей сельскохозяйственных культур размер полей не должен превышать 50-80 га, т.к. большинство животных, живущих в лесонасаждениях, используют окрестные поля в качестве кормовых территорий на небольшом расстоянии - в радиусе до 500 метров (Курлавичюс, 1986). Чрезмерно большой размер полей нецелесообразен еще и потому, что способствует более интенсивному проявлению эрозионных процессов и не соответствует принципу ландшафтно-сельскохозяйственной адаптивности, т.к. на полях создаются неоднородные агроэкологические условия.

При определении доли пашни в структуре АгрЭС базисными данными являются условия рельефа, генетический тип почв и степень их эродированности. Так, например, в условиях серых лесных почв при обычной обработке почвы, для защиты от эрозии нецелесообразно осваивать в пашню склоны крутизной свыше 3°. При

более оструктуренных почвах этот показатель может быть изменен до 5°. При почвозащитных севооборотах возможно использование склонов крутизной до 7°. При увеличении энергетических вложений в обработку почвы и осуществление противоэрозионных мероприятий, предельно допустимая крутизна склонов при пахотном использовании земель может измениться до 15°. При достаточно высокой доле равнинных земель, использование склоновых земель в пашню нецелесообразно.

При организации севооборотов следует учитывать почвозащитную способность сельскохозяйственных культур (в %): черный пар - 0; свекла, кукуруза - 15; картофель, подсолнечник - 25; яровые зерновые - 50; горох, вика, смесь кукурузы с горохом и викой - 65; озимые зерновые - 83; многолетние травы 1-го года пользования - 92; многолетние травы 2-го года пользования - 97; многолетние травы 3-го года пользования - 99. В таблице 5 приводятся данные предельно допустимой крутизны склонов для севооборотов, различающихся по доле почвосстанавливающих культур (Миркин и др., 1999).

При вычислении доли лугопастбищных угодий в структуре агроэкосистем учитывают потребность сельскохозяйственных животных в пастбищном корме согласно сбалансированным пищевым рационам и пастбищную емкость кормовых угодий. Определяя соотношение ЕКУ, посевов трав в севооборотах и на внесевооборотных участках следует иметь в виду, что лугопастбищные угодья, по сравнению с агроценозами,

являются более устойчивыми экосистемами - менее подвержены эрозионным процессам, неблагоприятному влиянию погодно-климатических условий, болезней и вредителей растений. Под лугами обычно не наблюдается отрицательного баланса органического вещества, лугопастбищный корм является биологически полноценным и дешевым кормом (Шилов, Шапиро, 1991; Миркин, 1991а).

Таблица 5

**Предельно допустимая крутизна склонов при
пахотном использовании земель**

Свообороты	Крутизна склонов (в градусах)				
	до 1°	1-3°	3-5°	5-7°	7°
Пропашные и зернопропашные	++	+	+	-	-
Зерно-травяные	++	++	+	-	-
Травяно-зерновые	-	-	+	++	++

Примечание:

- ++ использование целесообразно,
- + использование допустимо,
- использование нежелательно.

Пространственное распределение пашни, естественных кормовых угодий и лесонасаждений осуществляют в соответствии с принципами контурно-мелиоративной организации территории (с учетом почвенных условий и особенностей рельефа).

Первичная биологическая продукция (ПБП) (табл. 6)

Методы управления первичной (растениеводческой) биологической продукцией предусматривают способы улучшения условий для роста растений и повышение «КПД» использования ресурсов растениями.

В первом случае управление должно быть направлено на повышение обеспеченности растений влагой и элементами минерального питания. Этого можно достичь использованием оптимальных доз удобрений, применением таких систем обработки почв, которые способствуют реализации их продуктивного потенциала, воспроизводству плодородия и снятию влияния таких факторов, как засоление, кислая реакция среды, техногенные загрязнители и прочие.

Во втором случае должны применяться приемы, повышающие эффективность использования ресурсов растениями - влаго- и ресурсосберегающие системы обработки почвы, использование сортосмесей, поликультур, промежуточных посевов в севооборотах, снижение уровня засоренности посевов до порога экономической вредоносности сорняков, внедрение эффективных методов борьбы с болезнями и вредителями растений.

В обоих случаях важным требованием является экологическая оптимизация севооборотов, что позволит не только получить максимальный выход ПБП, но и сохранить плодородие почв, нормализовать циклы органики и элементов минерального питания, снизить засоренность посевов и защитить урожай от вредителей и болезней сельскохозяйственных культур.

Вторичная биологическая продукция (ВБП) (табл. 7)

При колебании количества первичной биологической продукции неизбежно колебание количества вторичной биологической продукции, но человек заинтересован в стабильном сохранении поголовья скота, так как его восстановление требует длительного времени.

Стабилизировать поголовье скота возможно за счет использования в качестве кормов всех фракций ПБП (отходы переработки сельскохозяйственных культур, заросли рудерального разнотравья и т.д.), создания запаса страховых кормов и более полного использования ПБП путем дифференциации трофических ниш у животных (формирования стада из нескольких видов или из разновозрастных групп животных).

Выход ВБП повышается при использовании сельскохозяйственных животных с более высоким коэффициентом биоконверсии (Новиков, 1989 а,б). Существуют традиционные способы повышения биоконверсии: за счет использования полноценных кормовых рационов, сбалансированных по всем элементам питания, и оптимизации длительности откорма скота. Для экологически ориентированного управления наиболее оптимальным является формирование поголовья с фракциями: высокой (маточное поголовье и молочный скот) и средней (мясной скот) стабильности, лабильной (свиньи, овцы) и «сверхлабильной» (птица).

**Блок управления: вторичная биологическая
продукция**

<i>Элемент</i>	<i>Задача управления</i>	<i>Способ реализации</i>
Генетический потенциал био конверсии (БК)	Повышение генетического потенциала БК	Разведение животных с высоким коэффициентом БК; селекция на повышение генетического потенциала БК
Реализация генетического потенциала БК	Максимальное раскрытие генетического потенциала БК	Использование сбалансированных кормовых рационов, дифференцированный откорм разных видов и групп скота (мясного и молочного), оптимизация времени откорма, повышение усвояемости кормов, использование витаминов и стимуляторов роста
Полнота использования ПБП	Вовлечение в откорм всех нетоварных фракций ПБП	Использование отходов растениеводства и переработки ПБП (жмых, жом, барда и др.), использование фитомассы рудерального разнотравья
Устойчивость ВБП	Смягчение последствий стихийных сбросов поголовья в результате неблагоприятных погодно-климатических условий	Формирование структуры поголовья с разделением его на фракции разной лабильности, создание страховых запасов кормов, «импорт» кормов, «экспорт» животных на откорм
Качество ВБП	Получение наиболее рентабельных фракций ВБП (мясо, молоко, шерсть и др.)	Формирование структуры поголовья в соответствии с конъюнктурой рынка

На коэффициент биоконверсии влияет и возраст животного, поэтому при мясном откорме в равной степени невыгодна сдача слишком молодых животных (в этом случае мясо имеет низкую кондицию), так и их передержка (набор веса у крупного рогатого скота в возрасте более 18 месяцев резко снижается). При откорме разных видов и пород птицы оптимальный срок откорма определяется уже в днях.

Современная практика кормления сельскохозяйственных животных предусматривает повышение коэффициента биоконверсии за счет пищевых добавок (витаминов, стимуляторов роста), но при условии строгого экологического контроля качества продукции.

Важную роль в повышении коэффициента биоконверсии может оказать селекция пород скота, устойчивых к неблагоприятным факторам, путем создания генного банка ценных признаков сельскохозяйственных животных за счет аборигенных пород.

Эффективность биоконверсии могут повысить, на первый взгляд незначительные, факторы, как высота травостоя, расстояние до пастбища, температура воздуха в зимнем помещении, форма обработки кормов (корма подвергшиеся тепловой обработке усваиваются лучше) и т.д.

Поскольку эффективность биоконверсии снижается при болезнях сельскохозяйственных животных, большое внимание должно уделяться санитарно-гигиеническим нормам их содержания.

Агроресурсы (табл. 8)

К числу важнейших возобновимых агоресурсов относится содержание гумуса в почве, гидрологический и гидрохимический режимы агроландшафтов.

Невозобновимыми агоресурсами являются биоразнообразие и запасы в почве элементов минерального питания (ЭМП), кроме азота.

Таблица 8

Блок управления: агоресурсы

<i>Элемент</i>	<i>Задача управления</i>	<i>Способы реализации</i>
Почвы	Сохранение почв (в первую очередь признаков, определяющих их плодородие)	Сокращение площади пашни, адаптивно-ландшафтное земледелие, экологизация состава севооборотов, системы удобрений, способы обработки почвы и т.п.
Биоразнообразие	Сохранение биоразнообразия	Сокращение площади пашни, рациональное использование естественных кормовых угодий и лесов, снижение химических антропогенных нагрузок, создание ООПТ.
Водные ресурсы	Сохранение гидрологического и гидрохимического режимов АгрЭС	Регулирование водозаборов, контроль сельскохозяйственного и техногенного загрязнения воды, лесомелиорация

Поддержание биоразнообразия (БР) является необходимым условием экологически ориентированного управления. Положительное влияние БР растений на устойчивость АгрЭС заключается в ремидитации (восстановлении) почв, нарушенных пахотным использованием, улучшении микроклимата, гидрохимического и гидрологического режимов, а также в формировании основы для зооценозов. Высокое биоразнообразие почвенных биоценозов обеспечивает АгрЭС азотом за счет биологической азотификации, формирует оптимальный комплекс водно-физических свойств почвы, устойчивый баланс между процессами гумификации и минерализации органического вещества, снижает риск развития патогенов, вызывающих болезни корневой системы культурных растений.

Повысить биоразнообразие АгрЭС при компромиссной стратегии управления можно за счет умелого маневра экологическими и экономическими ограничителями (Миркин и др., 2002). Большую роль при этом играет сохранение и восстановление в АгрЭС лесонасаждений, посевов многолетних трав, луговых угодий, залежей, рудеральных закраин полей и активизация в этих сообществах восстановительных сукцессий путем снижения уровня антропогенной нагрузки.

Особая роль в сохранении и поддержании биоразнообразия принадлежит особо охраняемым природным территориям (ООПТ). Действующие законодательные акты предусматривают создание компенсационных ООПТ, т.е. специально созданных для

восстановления нарушенного экологического баланса. Наряду с ними, действующими ГОСТами и СнИПами, предусматривается создание нормативных объектов ООПТ - зеленых зон вокруг населенных пунктов, лесозащитных полос вдоль дорог, водоохраных зон рек и т.д. Все категории и виды ООПТ должны быть объединены между собой в единую сеть и функционировать как целостная система. Такие системы должны состоять из территориальных ядер (заповедники, национальные и природные парки, заказники) и соединяющих их “экологических коридоров” (водоохраные зоны, лесные полосы и др.) (Илларионов, 1995, 1997).

Успех проведения вышеуказанных мероприятий во многом зависит от оказания помощи сельскохозяйственным предприятиям в виде субсидий и дотаций со стороны государства.

Вопросы для самоконтроля:

1. При трех возможных уровнях интенсификации сельскохозяйственного производства назовите наиболее приемлемый вариант ведения сельского хозяйства в условиях Удмуртии. Докажите его преимущества.
2. Назовите четыре основные группы ограничителей экологически ориентированного управления агроэкосистемами. Перечислите факторы, которые относятся к каждой из названных групп.
3. По какому принципу выделяются наиболее существенные параметры управления агроэкосистемой?
4. Назовите основные блоки, в которые можно объединить параметры управления агроэкосистемой. Перечислите входящие в состав этих блоков элементы, задачи управления и способы реализации.

4. Какие пищевые цепи входят в состав трофической структуры агроэкосистемы?

5. Как вы понимаете принцип «экологического триумvirата». Дайте его оценку с позиций агроэкологии.

6. Назовите способы улучшения условий для роста растений и повышения «КПД» использования ресурсов растениями.

7. Что такое «коэффициент биоконверсии» и какими способами можно его повысить?

8. Назовите возобновимые и невозновиваемые агроресурсы.

9. Какими способами можно повысить биоразнообразие агроэкосистемы?

4. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ

4.1. Понятие экологического норматива применительно к сельскому хозяйству

При нормировании воздействия на естественные экосистемы нормативы определяются по степени допустимого отклонения экосистемы от исходного состояния или по степени влияния какого-либо фактора на конкретный биологический вид, популяцию и т.д. При таком подходе понятие «норма» связано с устойчивостью экосистемы или ее структурных элементов и их способностью восстанавливаться после прекращения воздействия. При нормировании антропогенных нагрузок на агроэкосистемы ситуация меняется. В этом случае «норма» определяется человеком, исходя из представлений об экологическом императиве и сестайнинге.

При экологически ориентированном управлении нормируются любые формы воздействия человека на агроэкосистемы (АгрЭС), начиная от доли и пространственного рисунка пашни, доли почвозаразрушающих культур в системе севооборотов, поголовья скота, до предельно допустимых доз применения органических и минеральных удобрений, пестицидов и т.д. Экологические нормативы различаются для разных по природным условиям АгрЭС. Количество нормируемых параметров определяется уровнем

экологизации сельского хозяйства и структурой экологического императива.

В зависимости от диапазона изменения значений параметра и наличия соответствующей научной информации, различные параметры АгрЭС могут нормироваться по-разному: 1) по интенсивности воздействия человека на тот или иной параметр, 2) по изменению параметра под воздействием человека. Поскольку обе системы нормативов дублируют друг друга, обычно выбирается тот, который удобнее для практического применения.

При экологически ориентированном управлении АгрЭС устанавливаются нормативы управления всеми основными параметрами – трофической структурой, пространственной структурой, первичной биологической продукцией; вторичной биологической продукцией и агресурсами.

4.2. Экологические нормативы управления трофической структурой агроэкосистем

Как уже отмечалось ранее, задача управления трофической структурой АгрЭС заключается в: 1) определении соотношения потоков энергии, которые протекают по основным пищевым цепям; 2) подавлении дополнительных пищевых цепей, по которым происходит непроизводительный отток веществ и энергии.

В условиях Удмуртии наиболее оптимальными являются комплексные АгрЭС, в которых соотношение животноводства и растениеводства составляет 0,5:0,5. В этом случае функционируют обе пищевые цепи, что

позволяет наряду с первичной биологической продукцией получать вторичную, и за счет навоза поддерживать плодородие почв, тем самым, способствуя увеличению производства первичной биологической продукции.

В отношении такого параметра, как отток энергии по дополнительным пищевым цепям, универсальный норматив предложить невозможно, так как вредоносность разных видов сорных растений, фитофагов и патогенов различается по их воздействию на разные виды сельскохозяйственных растений и животных. В среднем, для сорных растений норматив составляет примерно 5-10 % от биомассы культурных растений, но этот показатель варьирует для однолетников и многолетников. При определении порогов вредоносности фитофагов следует учитывать способность растений-продуцентов отрастать после поражения. У разных растений «оптимальное выедание» различно, но в среднем - немного ниже, чем 20 %. Ужесточение этих нормативов заставит хозяйства осуществлять контроль с использованием химических средств защиты растений в больших количествах, что потребует больших экономических затрат и приведет к нежелательным экологическим последствиям (что американцы иронично называют “синдромом Белоснежки”).

Кроме того, польза сорных растений и фитофагов при контролируемой плотности их популяций очевидна. Сорные растения интенсифицируют биогеохимический обмен между пахотными и более глубокими горизонтами почвы, уменьшают вымывание удобрений в окружающую

среду, обеспечивают сохранение влаги в почве, обогащение почвы элементами минерального питания после их отмирания, общее повышение разнообразия животных, тем самым способствуя формированию системы полезных симбиотических связей. Фитофаги при контролируемой плотности популяций, поедая часть листьев и осветляя полог культурного растения, могут улучшать условия фотосинтеза и повышать урожай (Кроссли и др., 1987; Яблоков, 1990). Нормативы допустимого поражения сельскохозяйственных животных опасными болезнями должны принимать значение нуля.

4.3. Экологические нормативы управления пространственной структурой агроэкосистем

Важнейшим нормативом для осуществления экологически ориентированного управления агроэкосистемами (АгрЭС) является соотношение площадей лесонасаждений, пашни, естественных кормовых угодий и многолетних сеяных трав.

Норматив предельно допустимой доли пашни в составе сельскохозяйственных угодий в разных природных зонах при разных почвах, вследствие различий их физических свойств и противоэрозионной устойчивости, будет разным. В целом, этот норматив не должен превышать 70 %. Завышение этого норматива приведет к интенсивному развитию эрозионных процессов, снижению стабильности АгрЭС. В случае равнинных территорий требуются дополнительные исследования, отражающие возможность агроэкосистемы

выдерживать антропогенные нагрузки (Миркин и др., 1996).

Норматив минимальной площади лесонасаждений в каждой АгрЭС определяют, исходя из размера и количества полей, ширины лесополос, расположенных по границам пахотных угодий и площади эрозионно-опасных участков.

Долю лугопастбищных угодий вычисляют, опираясь на важный принцип сестайнинга агроэкосистем - соответствие пастбищной нагрузки пастбищной емкости кормовых угодий. Расчеты производят, исходя из численности поголовья скота, минимально необходимой доли пастбищного корма в сбалансированных кормовых рационах и пастбищной емкости кормовых угодий.

С целью экологически ориентированного управления пространственной структурой на территории Удмуртии на основе условий рельефа и наличия абиотических стрессоров (эродированность, переувлажнение) можно выделить следующие агроэкологические группы почв:

1. Почвы широкого спектра использования (пригодны для размещения полевых и кормовых севооборотов со значительным удельным весом пропашных культур, а также для создания на них кормовых угодий и древесно-кустарниковых насаждений);

2. Почвы ограниченного спектра пользования (требуют проведения на них комплекса противоэрозионных и мелиоративных мероприятий, пригодны для размещения на них почвозащитных севооборотов (в составе которых значительный удельный

вес приходится на многолетние травы), либо - кормовых угодий и древесно-кустарниковых насаждений;

3. Почвы, нецелесообразные для пахотного использования в виду их высокой эрозионной опасности и низкого плодородия.

4.4. Экологические нормативы управления первичной биологической продукцией

Важнейшим параметром экологически ориентированного управления ПБП является севооборот, который позволяет нормализовать циклы органики и элементов минерального питания, сохранить плодородие почв при максимально возможном выходе продукции растениеводства, обеспечивает более высокий урожай, чем монокультура (Амиров, 1991, 1999). Кроме того, правильно подобранные севообороты позволяют снизить засоренность посевов и защитить сельскохозяйственные культуры от вредителей и болезней. С позиций агроэкологии нормируются такие параметры севооборотов, как: 1) максимальная доля почворазрушающих культур (яровые, зерновые и пропашные), 2) минимальная доля почвовосстанавливающих культур (многолетние и однолетние травы), 3) минимальная доля чистых паров, 4) минимальная доля сидератов, включая сидеральные пары. В условиях Удмуртии рекомендуется организация нескольких севооборотов с высокой долей почвовосстанавливающих культур – многолетних трав (кострец, тимофеевка), бобовых (клевер, люцерна) и

однолетних сортосмесей (вико-овсяных, горохово-овсяных).

При формировании лесонасаждений важным требованием является создание устойчивых сообществ. На основе индикации режимов основных прямодействующих факторов с использованием системы экоморф Д.Н. Цыганова (1976, 1983), можно определить коэффициенты комфортности условий местообитания и коэффициенты удовлетворительности условий среды для отдельных видов древостоя и подлеска. На основе полученных результатов – подобрать ассортимент видов.

При нормировании допустимого воздействия на лес в составе агроэкосистем устанавливаются объем и виды рубок, рекреационные нагрузки. Основным условием при определении этих нормативов является сохранение целостности лесных экосистем и возможности нормально осуществлять многообразные экологические функции.

4.5. Экологические нормативы управления вторичной биологической продукцией

При экологически ориентированном управлении вторичной биологической продукцией с целью обеспечения равновесия между производством пастбищного корма и поголовьем скота нормируются такие параметры, как:

- пастбищные емкости естественных кормовых угодий (способность пастбища давать зеленый корм без разрушения травостоя);
- пастбищные нагрузки (количество и продолжительность пребывания на пастбище скота);

- структура поголовья скота;
- структура кормовых рационов разных групп скота (в том числе - количество отчуждаемой растительной массы с естественных кормовых угодий).

Для восстановления травостоев и нормального отрастания отавы необходимо, чтобы при каждом цикле стравливания отчуждалось не более половины массы травостоя и между циклами стравливания был промежуток не менее месяца, во время которого травостой восстанавливается. Для более полного и равномерного использования травостоев используется загонная система пастбы и дробление загона на части (порционная пастба).

Продуктивность и емкость пастбищ рассчитываются для основных типов пастбищ по пастбищным периодам. Пастбищные нагрузки определяют исходя из пастбищных емкостей, отражающих способность травостоев восстанавливаться после стравливания. При этом хозяйственные типы пастбищ должны отражать не только актуальную, но и потенциальную хозяйственную ценность угодий, которая может быть реализована при улучшении сенокосов и пастбищ в результате проведения агротехнических мероприятий и внедрения системы сенокос- и пастбищеоборотов.

Рационы кормления различных видов животных нормируются в зависимости от типа, породы, возраста и привесов сельскохозяйственных животных, в частности рационы кормления различаются для мясных и молочных пород, для последних – в зависимости от удоев. Опираясь на экологически откорректированные нормативы

кормления, на данные об урожайности культур, которые используются на корм и показатели их отзывчивости на внесение минеральных удобрений, можно рассчитать потребность в кормах разных видов и групп скота, соответственно - площадь сельхозугодий, необходимую для их производства.

Все расчеты обычно производятся в «условных головах крупного рогатого скота (КРС)», при этом не учитывается экологическая роль скота. С позиций агроэкологии целесообразно иметь стадо из разных видов скота и разных возрастных групп. В связи с деградированностью почв и травостоев на пастбищах возникает задача оптимизации структуры поголовья скота.

4.6. Экологическое нормирование управления агресурсами

При экологически ориентированном управлении агресурсами нормируются такие параметры, как биоразнообразие, механические нагрузки при обработке почв и система удобрений.

Прекратить эрозионное разрушение почв возможно на основе использования почвосберегающих технологий. Наиболее экологичной (почвозащитной) и менее энергоемкой является безотвальная вспашка, но в этом случае неизбежно применение некоторого количества гербицидов. Наиболее приемлемой в условиях Удмуртии является комбинированная система обработки почвы, предусматривающая наряду с безотвальной и минимальной обработками, использование вспашки. Кроме того, с целью снижения интенсивности эрозионных

процессов необходимо использование малогабаритной легкой техники, комплексных агрегатов с широким захватом и т.д.

Нормализации циклов элементов минерального питания способствуют экологически безопасные способы внесения (локальный, порционный и т.д.) невысоких доз калийных и фосфорных минеральных удобрений и увеличение поступления в почву органического вещества (с пожнивными остатками, сидератами, навозом, сапропелем и т.д.), а также создание условий для гумусообразования и биологической азотификации. Высокие дозы удобрений не соответствуют агроэкологическим принципам ведения сельского хозяйства, поскольку снижают микробиологическую активность почвы и вызывают загрязнение окружающей среды. Кроме того, с повышением дозы внесения удобрений снижается их окупаемость урожаем, что противоречит принципу адаптивного подхода. Нижние пределы доз внесения удобрений должны рассчитываться с учетом особенностей почв и программирования урожая. В целом, норма внесения минеральных удобрений не должна быть ниже 50-100 кг/га действующего вещества, а навоза – не менее 6-8 т/га.

Нормирование управления биоразнообразием АгрЭС является комплексным показателем, который учитывает допустимые нормы эксплуатации популяций ресурсных растений при их заготовке, промысловых животных и т.д. Установление подобного рода нормативов является задачей специальных исследований.

4.7. Использование экологических нормативов при оптимизации агроэкосистем

Реализация системы экологических нормативов возможна только при экологической оптимизации агроэкосистем (АгрЭС). Оптимизация АгрЭС – это конструирование ее сестайнинга в соответствии с природным (биоклиматическим, почвенным) потенциалом территории и экономическими интересами – получение максимально возможного количества продукции (в рамках экологического императива) того качества, который имеет большой спрос на рынке и поэтому обеспечивает наивысшую рентабельность. В результате оптимизации улучшается состояние природных ресурсов не только на территории сельскохозяйственного предприятия, но и на прилегающих территориях за счет уменьшения «трансграничного переноса» смытых с полей удобрений, пестицидов, мелкозема и т.д.

Требованием экологического императива при экологической оптимизации агроэкосистем является запрет деятельности, влекущей за собой изменения природного ландшафта, снижение или уничтожение экологических, эстетических и рекреационных функций природных комплексов, в том числе деятельность, влекущая за собой нарушение почв и растительного покрова, условий обитания объектов растительного мира, изменения гидрологического режима, способствующая возникновению ускоренного поверхностного стока и эрозии почв.

С целью оценки современного состояния природопользования на территории хозяйства проводится **экологическая экспертиза** агроэкосистемы. Экспертиза позволяет провести анализ сложившейся эколого-экономической ситуации, определить «болевы точки» в системе ведения сельскохозяйственного производства, которые являются причинами разрушения агроресурсов и противоречат требованиям экологического императива.

Полученные данные сравниваются с **константами**. Первая группа констант названа **функциональной**, т.к. эти показатели отражают не зависящий от человека биоклиматический и продукционный потенциал конкретных контуров пашни или естественных кормовых угодий, биологический генетически обусловленный потенциал видов и сортов сельскохозяйственных растений и животных. Вторая группа констант – это рассмотренные выше **экологические нормативы**, соответствующие природным условиям данного хозяйства.

На основе выявленного дисбаланса составляется **проект устойчивого развития агроэкосистем**. Предлагаемые проекты не являются проектами внутрихозяйственного землеустройства, систем земледелия, кормопроизводства, животноводства и т.д. Они лишь определяют главные ключевые параметры устойчивого развития АгрЭС - долю пахотных угодий и их распределение в соответствии с закономерностями рельефа и почвенного покрова, соотношение растениеводческой и животноводческой продукции, определение оптимальной численности поголовья скота и его структуры при относительно высокой продуктивности

и условии прекращения разрушения пастбищ, пахотных почв и т.д.

При составлении проектов устойчивого развития АгрЭС возможно несколько альтернативных вариантов преодоления экологически конфликтных ситуаций при разных уровнях интенсификации (в рамках экологического императива с учетом конъюнктуры рынка и цен на сельскохозяйственную продукцию).

При составлении проекта устойчивого развития агроэкосистемы целесообразно выделить следующих функциональных зон: 1) интенсивно-адаптивного режима использования, 2) экстенсивного режима использования, 3) заказного режима использования.

Зона интенсивно-адаптивного режима использования включает пахотные угодья. Поскольку агрофитоценозы представляют собой крайне неустойчивые и энергоемкие экосистемы, задачей экологически ориентированного управления является сокращение площади посевов, не уменьшив при этом выход первичной биологической продукции, что возможно за счет интенсификации сельскохозяйственного производства при условии применения адаптивного подхода и соблюдения экологического императива.

Зона экстенсивного режима использования включает в себя луговые угодья и лесонасаждения. Экстенсивный режим подразумевает «использование природных ресурсов со значительно меньшей скоростью, чем скорость их воспроизведения на данной территории, либо использование незначительной части общего запаса

или объема с расширением вовлеченного в эксплуатацию пространства» (Реймерс, 1990: с. 218).

В зоне заказного режима использования в соответствии с действующими законодательными актами РФ и УР запрещается выпас скота, проведение рубок главного пользования и проходных рубок, заготовка живицы, промышленная заготовка дикорастущих растений, интродукция живых организмов, сбор редких и исчезающих видов растений, проведение мелиоративных работ, предоставление садоводческих и дачных участков, строительство магистральных дорог, трубопроводов, линий передач и других коммуникаций, строительство и эксплуатация гаражей, хозяйственных, общественных и жилых объектов, устройство свалок мусора и захламление территории, стоянок личного и служебного транспорта.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ (от 23.11.1996 г., № 1404) вдоль водных объектов (рек, водохранилищ, болот и т.д.) должны создаваться водоохранные зоны, а в их пределах - прибрежные защитные полосы (занятые древесно-кустарниковой или луговой растительностью). Минимальная ширина прибрежных защитных полос устанавливается в зависимости от крутизны склонов и видов угодий, прилегающих к водному объекту (табл. 9).

В пределах водоохранных зон основными требованиями экологического императива являются следующие: запрет на проведение авиационно-химических работ, применение химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, использование навозных стоков для удобрения почв,

заправки аппаратуры ядохимикатами, животноводческих комплексов и ферм, мест складирования и захоронения промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, кладбищ и скотомогильников, накопителей сточных вод, складирование навоза и мусора, заправка топливом, мойка и ремонт автомобилей и других машин и механизмов, размещение дачных и садово-огородных участков при крутизне склонов более 3 градусов, размещение стоянок транспортных средств, проведение рубок главного пользования, проведение строительства и реконструкции зданий, сооружений, коммуникаций и других объектов, а также работ по добыче полезных ископаемых, землеройных и других работ.

Таблица 9

**Минимальная ширина прибрежных защитных полос
для водных объектов**

Виды угодий, прилегающих к водному объекту	Ширина прибрежной защитной полосы при крутизне склонов прилегающих территорий (м)		
	Нулевой уклон	Уклон до 3°	Уклон более 3°
Пашня	15-30	35-55	55-100
Луга	15-25	25-35	35-50
Лес, кустарник	35	35-50	55-100

Наряду с вышесказанным в пределах прибрежных защитных полос основными требованиями экологического императива являются запреты на: распахивание земель; применение удобрений; складирование отвалов

размываемых грунтов, выпас и организацию летних лагерей скота (кроме использования традиционных мест водопоя), устройство купочных ванн; установку сезонных стационарных палаточных городков, размещение дачных и садово-огородных участков и выделение участков под индивидуальное строительство; движение автомобилей и тракторов, кроме автомобилей специального значения.

При согласовании и под контролем местных органов власти и ведомств по охране окружающей среды и природных ресурсов в зоне заказного режима использования необходимо проведение в лесах биотехнических, противопожарных и лесозащитных мероприятий; на лугах – умеренного сенокосения в системе сенокосооборотов без права коренного улучшения угодий; на территории водоохраных зон - хозяйственных мероприятий, обеспечивающих охрану водных объектов.

Разработка и внедрение проектов экологической оптимизации агроэкосистем будут намного эффективнее в том случае, если объединить административный и контурно-мелиоративный подходы. В этом случае сельскохозяйственные предприятия будут иметь выровненные экологические условия, административные районы будут располагаться в одном почвенно-экологическом округе.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается понятие экологического норматива применительно к сельскому хозяйству?
2. Что определяет количество нормируемых параметров?

4. Назовите оптимальное соотношение растениеводства и животноводства в агроэкосистемах в условиях Удмуртии. Докажите свою точку зрения.

5. Какой параметр является наиболее важным в случае экологически ориентированного управления первичной биологической продукцией в отношении пахотных угодий? Почему?

3. Какие параметры нормируются при экологически ориентированном управлении вторичной биологической продукцией?

4. Перечислите возобновимые и невозобновимые ресурсы агроэкосистемы.

6. Что означает понятие «экологическая оптимизация агроэкосистем»?

7. С какой целью проводится экологическая экспертиза?

8. Какие функциональные зоны целесообразно выделять при составлении проектов устойчивого развития агроэкосистемы? Охарактеризуйте каждую из них.

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

А

АВТОТРОФЫ – организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических соединений, продуценты экосистем. Авторторфы передают накопленную энергию гетеротрофным организмам – консументам и редуцентам. Основными автотрофами являются фототрофы – растения (цветковые, голосеменные, папоротникообразные, мхи, водоросли), которые имеют в своих клетках хлорофилл и способны осуществлять фотосинтез. Авторофы – хемотрофы (серобактерии, железобактерии и др.) продуцируют органические вещества за счет энергии окисления неорганических соединений. Эти организмы составляют основу экосистем подземных вод и могут использоваться в очистных сооружениях.

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ — способ повышения продуктивности и устойчивости агроэкосистем с использованием древесных насаждений, которые чередуются с агроценозами и формируют лесоаграрные ландшафты. Лесные насаждения в составе агроэкосистемы — это ее зеленый каркас, благоприятно влияющий на микроклимат, биогеохимические циклы (круговороты) элементов питания и воды, способствующий уменьшению с.-х. и (в случае соседства с городами, предприятиями или крупными магистралями) промышленных загрязнений атмосферы, воды и почвы. Агролесомелиорация — наиболее экологичный и экономически эффективный способ повышения продуктивности агроэкосистем.

Некоторое сокращение площади пашни при посадке леса с лихвой окупается урожайностью мелиорированной пашни.

АГРОМЕЛИОРАЦИЯ — система организационно-хозяйственных и технических мероприятий для оптимизации гидрологических, климатических и почвенных условий формирования агроэкосистем. Различают гидромелиорацию, агролесомелиорацию, химическую мелиорацию (известкование, гипсование почв), культуртехнические работы (расчистка лесов и кустарников, устранение кочек и т. д.). В СССР, а затем в России, особенно широкое распространение получила гидромелиорация.

АГРОПОПУЛЯЦИЯ — совокупность культурных или сорных растений одного вида в границах поля. Для агропопуляций сорных растений характерна неравноценность (дифференциация) особей за счет генотипического и фенотипического разнообразия. Регулярное применение гербицидов уменьшает генотипическое разнообразие агропопуляций сорных растений: выпадают экотипы, неустойчивые к действию препарата, и, напротив, массово развиваются растения экотипов, преадаптированных к его действию. В итоге засоренность может возрасть. Дифференциация особей внутри А. культурных растений варьирует в широких пределах: от минимальной (генетически гомогенные сорта, чистые линии) до значительной (гетерогенные сорта, сортосмеси).

АГРОРАСТИТЕЛЬНОСТЬ — растительность, входящая в состав агроэкосистемы, совокупность

агрофитоценозов.

АГРОСФЕРА — часть биосферы, вовлеченная в с.-х. использование (т.е. занятая агроэкосистемами). На ее долю приходится примерно 30% суши, в том числе 10% занято пашней и 20% — естественными кормовыми угодьями. Резервы расширения агросферы исчерпаны, дальнейшее увеличение ее доли, особенно за счет сведения лесов, будет неминуемо усугублять кризисную ситуацию на планете в первую очередь по причине уменьшения продукции кислорода и поглощения углекислого газа, что будет усиливать парниковый эффект.

Ресурсы агросферы в последние десятилетия разрушаются, поскольку использование земель проводится без учета требований экологического императива. За последние 50 лет темп потери продуктивной пашни в мире достиг 6 млн. га в год, происходит деградация пастбищ вследствие быстрого наращивания поголовья скота.

В почвах, сохранившихся в пахотном использовании, происходит химическое загрязнение остатками пестицидов и тяжелыми металлами, которые содержатся в фосфорных удобрениях, ухудшаются физические свойства (происходит разрушение структуры и уплотнение).

Разрушение А. вызывается постоянным наращиванием вложений антропогенной энергии в форме удобрений, полива, пестицидов, горючего и с.-х. техники.

АГРОФИТОЦЕНОЗ - совокупность культурных и сорных растений в пределах однородного участка агроэкосистемы (экологически однородной территории),

используемой в едином хозяйственном режиме (севооборот, система удобрений и защиты растений). Представляет собой многолетнее явление, т. к. он объединяет все фазы севооборота или многолетнюю монокультуру. При смене культурных растений в ходе севооборота в почве сохраняется постоянный банк семян сорных растений и почвенное население (животные, водоросли, микроорганизмы). Возможны агрофитоценозы из многолетних растений.

АГРОФИТОЦЕНОЛОГИЯ — наука об агрофитоценозах. Основные задачи — изучение популяционных закономерностей культурных растений (определение оптимальной плотности популяции, их дифференциации, пространственного размещения), ценотического режима отношений культурных растений друг с другом и с сорными растениями (включая изучение конкуренции и аллелопатии), возможностей повышения продуктивности и контроля сорных растений при высеве сортосмесей и поликультур.

АГРОЦЕНОЗ — население однородного участка агроэкосистемы. Включает культурные и сорные растения, почвенную фауну, водоросли и микроорганизмы.

АГРОЭКОЛОГИЯ — наука о возможности сельскохозяйственного (с/х) использования земель для получения растениеводческой и животноводческой продукции при сохранении с/х ресурсов (почв, естественных кормовых угодий), биологического разнообразия и защите экологической среды обитания человека и производимой с/х продукции от с/х загрязнений.

АГРОЭКОСИСТЕМА — социально-экологическая система, объединяющая участок территории (географический ландшафт), занятый хозяйством, производящим с.-х. продукцию. В ее состав входят почвы, агрофитоценозы, скот, участки естественной и полув естественной растительности (леса, естественные кормовые угодья), спонтанная фауна, населяющая агроценозы или естественные сообщества, и человек. Основные черты определяет человек, заинтересованный в максимальном получении с.-х. продукции и, при следовании экологическому императиву,— в сохранении ресурсов (отсутствии с.-х. загрязнений, сохранении биологического разнообразия организмов, населяющих агроэкосистему, и получении продукции высокого качества).

АДАПТАЦИЯ — приспособление организма к определенным условиям среды за счет целого комплекса признаков — морфологических, физиологических и поведенческих. В результате адаптации формируются экологические группы организмов, приспособленные к различным условиям среды: влаголюбые-гидрофиты и «сухотерпцы»-ксерофиты; растения, устойчивые к затенению и требующие для нормального развития полного солнечного света; животные, которые обитают в лесах или на болотах, ведут ночной или дневной образ жизни. А. объясняют различный состав биоты экосистем различных экологических условий.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ — наиболее экологичный и экономичный вариант

использования с.-х. ресурсов при максимальном раскрытии биологического потенциала агроэкосистемы и уменьшении вложений антропогенной энергии (при удобрении, поливе, химическом контроле насекомых-вредителей и сорных растений, болезней).

АДАПТИВНЫЙ ПОДХОД В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ — одно из направлений энергосбережения, т. е. снижения величины антропогенной энергии, вводимой в агроэкосистему. Реализуется за счет выбора сортов растений и пород животных, наиболее соответствующих почвенно-климатическим условиям района и потому дающих максимальную окупаемость продукцией (фиксированной солнечной энергией) каждой единицы введенной в агроэкосистему антропогенной энергии.

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ — предел устойчивости растений к биотическому (насекомые-вредители, сорняки, болезни) и абиотическому (засуха, засоление и подкисление почвы, холод) стрессу. Повышение адаптивного потенциала — основное направление современной агроэкологической селекции культурных растений.

АНТРОПОГЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ — растительность, формирование которой связано с человеком.

АНТРОПОГЕННАЯ ЭКОСИСТЕМА — экосистема, состав, структура и функции которой в значительной мере определяются человеком. К антропогенным экосистемам относятся как автотрофные (например, агроэкосистемы), так и гетеротрофные

экосистемы (например, города).

Б

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ —

накопление экосистемой органического вещества в процессе ее жизнедеятельности, Результат биологической продуктивности — биологическая продукция, которая измеряется количеством органического вещества, производимого за единицу времени на единицу площади (т/га/год, г/кв.м/день и т.д.).

Различают первичную (продуцируемую растениями и другими автотрофными организмами) и вторичную (продуцируемую гетеротрофными организмами) продукцию. В составе первичной продукции различается валовая (т.е. общая продукция фотосинтеза) и чистая — та ее часть, которая остается в растениях после затрат на дыхание и выделения органического вещества из корней в почву для поддержания жизнедеятельности симбиотрофов — бактерий и грибов (азотфиксаторов и микоризообразователей).

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ —

организмы, которые реагируют на загрязнение окружающей среды присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения. Их использование часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как биологические индикаторы реагируют сразу на весь комплекс загрязнений и, кроме того, обладая “памятью”, своими реакциями отражают загрязнения за длительный период.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ

ПОТЕНЦИАЛ

АГРОЭКОСИСТЕМЫ — верхний предел биологической продуктивности (и, соответственно, продукции растениеводства и животноводства) при полном раскрытии естественного потенциала почв и естественных кормовых угодий за счет экологически ориентированных вложений антропогенной энергии. Б.п.а. зависит от климата и почв и подчиняется действию закона лимитирующих факторов.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ — разнообразие видов в конкретной экосистеме, на определенной территории или на всей планете. Интегральный показатели состояния биосферы и ее районов, который чутко реагирует на систему воздействия человека. Для сохранения биоразнообразия экосистемы, которые вовлечены в сферу активной с.-х. деятельности, используются в соответствии с требованиями системы рационального природопользования.

Различают несколько вариантов биологического разнообразия: 1) отдельных экосистем в границах биогеоценозов, если экосистемы наземные (альфа-разнообразие), 2) разнообразие экосистем (бета-разнообразие), 3) разнообразие районов, включающее и биоразнообразие внутри экосистем, и биоразнообразие самих экосистем (гамма-разнообразие).

БИОТОП — однородное местообитание, занятое одной и той же экосистемой (на суше – биогеоценозом). В биотопе абиогенные факторы среды преобразованы влиянием организмов (из материнской породы сформирована почва, изменен режим освещения и температуры и т.д.).

БИОЦЕНОЗ — совокупность живых организмов в пределах биогеоценоза.

В

ВЫГОН — пастбище близ села. Как правило, выгон испытывают очень высокую пастбищную нагрузку, которая значительно превышает пастбищную емкость, что является причиной пастбищной дигрессии. Нередко выгон находятся на последней стадии сукцессии и представляют собой сбой.

ВЫПАС — процесс потребления зеленой массы травостоя (или молодых побегов, деревьев и кустарников) животными. Влияние выпаса на сообщества — прямое (скушивание растений, вытаптывание) и косвенное (уплотнение почвы, нарушение дернины, вторичное засоление почвы и пр.).

В результате В. происходит пастбищная дигрессия, в ходе которой высокорослые и хорошо поедаемые виды высокой кормовой ценности сменяются растениями с прижатыми к почве розетками листьев, стелющимися побегами или растениями с колючими и непоедаемыми листьями

ВЫРУБКА — участок леса, на котором в результате лесозаготовок уничтожен древостой. Такое вмешательство в жизнь экосистемы резко изменяет состав ее биоты, улучшается освещенность и обеспеченность элементами почвенного питания в результате перегнивания корней и остатков древесины. Вместо типичных лесных видов обильно развивается высокотравье, в особенности часто — кипрей узколистный. Высокослые растения быстро расходуют запасы почвенного плодородия и со временем

сменяются лесными травами, если участок самозарастает лесом, или луговыми растениями, если на вырубке производится сенокошение или пастьба скота, которые препятствуют восстановлению леса.

Задача лесной экологии – способствовать естественному восстановлению леса на вырубке. Для этого при рубке леса сохраняют отдельные деревья, которые служат источником семян для восстановления древостоя. Способствуют восстановлению леса более экологичные методы рубки и вывоза древесины, которые сохраняют ненарушенным напочвенный покров. В некоторых случаях на вырубке проводят лесопосадки, что значительно дороже, чем естественное лесовозобновление. На вырубке должен быть исключен выпас скота.

Г

ГЕТЕРОТОРОФЫ – организмы, которые используют для питания органическое вещество растительного и животного происхождения, которое может быть живым или мертвым. Гетероторофы – это консументы и редуценты экосистем (животные, бактерии, грибы).

Д

ДРЕВОСТОЙ — главный ярус лесной экосистемы, сформированный деревьями, объект главного лесопользования — заготовки древесины. При рациональном использовании состав Д. регулирует человек с целью поддержания его продуктивности и сохранения в качестве доминантов ценных видов деревьев.

ДЕГУМИФИКАЦИЯ – процесс разрушения почвенного гумуса

ДЕМУТАЦИЯ — восстановление травостоя пастбищ после пастбищной дигрессии, вторичная восстановительная экологическая сукцессия. При демутации изменения травостоя происходят в последовательности, обратной той, которая наблюдается при пастбищной дигрессии: постепенно на смену низкорослым и колючим пастбищным растениям приходят высокорослые и ценные в кормовом отношении виды, характерные для травостоев сенокосов.

Демутация — эффективный способ восстановления продуктивности пастбищ и пастбищной емкости, однако, если в ходе дигрессии травостой достиг стадии сбоя, то этот вариант самовосстановления травостоя малоэффективен. В этом случае необходимо коренное улучшение участка посевом травосмесей.

Е

ЕСТЕСТВЕННАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ — совокупность растительных сообществ суши и водоемов, которые сформировались под влиянием естественных факторов условий среды. Абсолютно естественной растительности в условиях столь интенсивно используемой территории, как УР, быть не может, так как даже на сообщества заповедников хозяйственная деятельность человека влияет через атмосферное загрязнение. Тем не менее, под естественными сообществами принято понимать те, в которых при формировании их видового состава и структуры вклад естественных факторов больше, чем влияние человека.

З

ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ — пользование землей в

установленном законом порядке. Землепользование имеет социально-политическую природу и зависит от формы собственности на землю и способа организации производства. Землепользование влияет на состояние с.-х.

К

КАДАСТРЫ – систематизированные своды данных о состоянии различных компонентов экосистем или целых экосистем. Кадастры включают качественную и количественную характеристику объектов (в ряде случаев с социально-экономической оценкой), данные о динамике, прогноз, рекомендуемую систему использования и охраны.

Кадастры растительных сообществ в то же время являются и кадастрами экосистем, т.к. по характеру растительности маркируют разные типы экосистем. Кадастры – основа рационального использования и охраны ресурсов. Действенными кадастры становятся в том случае, если имеются механизмы реализации содержащихся в них рекомендаций.

КЛИМАКС — устойчивое состояние сообщества или экосистемы, когда ее состав, структура и циклы элементов питания находятся в равновесии с климатом. Наибольший вклад в развитие представлений о климаксе внесли американские ученые Ф. Клементе и Р. Уиттекер. В каждой природной зоне — свой климакс: еловые леса—в тайге, липово-дубовые леса — в зоне широколиственных лесов, разнотравно-ковыльная степь — в степной зоне и т. д. Кроме того, различные варианты климакса в одной природной зоне формируются в зависимости от того, какими были исходные сообщества.

КОНСУМЕНТЫ — группа организмов экосистемы, питающаяся живым или мертвым органическим веществом (растениями, животными, детритом). Консументы в экосистеме противопоставляются продуцентам.

КОНТИНУУМ — свойства растительных сообществ и экосистем постепенно переходить в другие, расположенные с ними по соседству. Признание континуума не ведет к отрицанию растительных сообществ и экосистем, но позволяет исследователю более реалистически осознавать, что в большинстве случаев границы между сообществами или экосистемами условны. И поэтому исследователи должны условиться о том, как их более или менее единообразно проводить. Концепция континуума имеет большое значение для составления карт растительности и экосистем, для типологии лесов, естественных кормовых угодий и др.

КОНТУРНО-МЕЛИОРАТИВНЫЙ ПОДХОД — вариант землеустройства для реализации требований экологического императива, элемент экологической оптимизации агроэкосистем в целях обеспечения их сестайнинга. При к-м подходе границы полей, лесных полос массивы естественных кормовых угодий и посевы многолетних трав вне севооборотов располагаются с учетом рельефа. При к-м подходе резко снижается интенсивность эрозии и возрастает урожай с.-х. культур, так как каждое поле становится экологически однородной территорией, для которой могут быть подобраны оптимальные варианты обработки почвы, системы удобрений и севооборота, наиболее эффективно

используются возможности
земледелия.

почвозащитного

КОЭФФИЦИЕНТ БИОКОНВЕРСИИ —

показатель, отражающий эффективность откорма с.-х. животных (т. е. перехода энергии в агроэкосистеме с первого трофического уровня на второй). Рассчитывают как количество килограммов белка растительной пищи, необходимое для получения 1 кг животного белка. Для говядины К.б. равен 20, для свинины — 10, мяса бройлеров — 6—8, для белка яиц — 4 — 6, для казеина (молочного белка)— 3—5.

В целом коэффициент биоконверсии в агроэкосистемах очень невысок и значительно уступает эффективности перехода энергии с первого трофического уровня на второй в естественных экосистемах. К примеру, в саваннах группа копытных животных из нескольких видов без ущерба для экосистемы продуцирует биомассы в 7—8 раз больше, чем стадо коров в тех же условиях.

Л

ЛЕСНАЯ ПОЛОСА — лесонасаждение линейного характера, используемое при агролесомелиорации. Направление лесополос согласуется с направлением ветра и характером рельефа. Лесополосы улучшают гидрологический режим территории, служат средством борьбы с эрозией почв.

Различают несколько типов лесополос: полезащитные (наиболее важный тип), садозащитные, пастбищезащитные, прифермские защитные, приовражные и др. Полезащитные лесополосы имеют ширину обычно не более 15 м и состоят из 3—5 рядов

деревьев. Различают продольные (основные) и поперечные лесополосы, расстояние между первыми составляет 500—600 м., между вторыми — 1000—2000 м. Лесополосы имеют ажурную конструкцию, что обеспечивает их продуваемость. Приовражные лесополосы имеют ширину до 25 м и отличаются более плотной конструкцией и наличием опушек из корнеотпрысковых кустарников (терн, облепиха, робиния и др.).

ЛЕСНАЯ ЭКОЛОГИЯ — наука о лесных экосистемах, их рациональном использовании и охране. Главными направлениями лесной экологии являются защита леса от вредителей биометодом и разработка методов содействия естественному возобновлению ценных лесных пород. Лесная экология изучает также влияние лесных экосистем на газовый и водный режим отдельных регионов и биосферы в целом.

O

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ АГРОЭКОСИСТЕМЫ — формирование такого соотношения между функциональными элементами агроэкосистемы (пашней, естественными кормовыми угодьями, лесами и поголовьем скота), при котором достигается ее устойчивость. В оптимизированной агроэкосистеме скот является важным элементом, обеспечивающим рециклинг азота и участвующим в формировании баланса между процессами минерализации и гумификации в пахотных почвах и между выносом и вносом элементов питания. При оптимизации структуры агроэкосистем обеспечивается также баланс между

потребностями животных разных видов в кормах и их продукцией, причем, потребности скота в пастбищном корме обеспечиваются пастбищной емкостью естественных и культурных пастбищ, что исключает разрушение травостоев — развитие процессов пастбищной дигрессии.

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ — экосистемы, которые выведены из хозяйственного использования или используются исходя не из задач получения максимально возможной продукции, а из соображений охраны.

ОХРАНА ПРИРОДЫ — сохранение ресурсов биосферы — биологического разнообразия, вод, почв, недр, атмосферы. Различают два понимания охраны природы: узкое и широкое — с включением в охрану природы рационального природопользования. При охране природы в узком смысле биота охраняется на популяционно-видовом и экосистемном уровнях. Возможна охрана отдельных видов в интенсивно используемых экосистемах. Существуют биотехнологические методы охраны видов — создание банков семян, культур тканей, замороженной спермы и т. д.

II

ПАСТБИЩЕОБОРОТ — использование участков пастбищ в определенной последовательности, которая позволяет травостоям, за сче^ активно отрастающей отавы, восстанавливаться после очередного цикла стравливания и обеспечивает самообсеменение ценных видов трав. В составе и. обычно бывает 7—10 загонов,

причем один из загонов ежегодно исключается из выпаса для восстановления травостоя (постпастбищной демутации) и скашивается в последнюю очередь после обсеменения трав.

Проектирование пастбищеоборота проводится с учетом пастбищной емкости, которую не должны превышать пастбищные нагрузки. В этом случае травостой сохраняет свою продуктивность, не развиваются процессы пастбищной дигрессии. В рамках пастбищеоборота проводится удобрение и уход за травостоем (подкашивание малопоедаемых видов и т. д.).

ПАСТБИЩНАЯ ДИГРЕССИЯ — экологическая сукцессия, вызываемая внешним фактором — выпасом скота, при которой изменяются состав растительности и свойства почвы. В результате пастбищной дигрессии происходит обеднение видового состава (снижается видовое богатство) и отбираются виды, устойчивые к вытаптыванию и поеданию — растения со стелющимися побегами (клевер ползучий, лапчатка гусиная) или розетками листьев (одуванчик, подорожники, кульбаба осенняя и др.), горькие (полыни) или колючие (бодяки), в 3—5 раз снижаются продуктивность травостоя и его проективное покрытие

Пастбищная дигрессия, наряду с эрозией почв, является одним из самых опасных процессов в биосфере, который ведет к разрушению агроэкосистем и снижению их продуктивности.

ПОРОГ ВРЕДНОСТИ — понятие, которое используется специалистами по защите растений. Порог вредности — это та плотность популяции сорного

растения или насекомого- вредителя, при которой затраты на ее контроль будут равны стоимости прибавки урожая от уменьшения плотности популяции вредителя. Порог вредоносности зависит от вида, который контролируется, и от видов, которые защищаются от сорных растений и насекомых-вредителей.

ПОЧВОЗАЩИТНАЯ СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ — комплекс мероприятий по обработке почвы, при котором обеспечивается ее защита от водной и ветровой эрозии (дефляции). Почвозащитная система земледелия реализуется в рамках контурно-мелиоративной организации территории, включает агролесомелиорацию, создание кулис из высокостебельных растений, пахоту поперек склонов с созданием специальных борозд и лунок, защищающих почву от поверхностного смыва.

Однако почвозащитная система земледелия не всегда способна прекратить эрозию, и если эрозия протекает активно и почвы сильно эродированы, необходимо выведение участка из севооборота и залужение его травами, естественное самозащитное или посадка леса.

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ — понятие, предложенное Лестером Брауном в качестве важнейшего элемента построения общества устойчивого развития. При продовольственной безопасности рост народонаселения ставится в зависимость от потенциала страны по производству продуктов питания, в первую очередь — зерна.

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ — уровень максимальной урожайности растений при полном

удовлетворении их экологических потребностей. Селекция в направлении повышения продукционного потенциала широко использовалась сторонниками “зеленой революции”. В настоящее время правомочность этого направления селекции оспаривается, т. к. раскрытие высокого П. п. ведет к повышению энергоемкости с. х. и разрушению ресурсов и среды (к нарушению принципов экологического императива). По этой причине не имеют перспективы многие культуры-рекордсмены, способные давать урожаи зеленой массы до 1000 ц/га и более (амарантусы, сафлор, тописолнечник и др.). Для компенсации выноса ими питательных веществ из почвы надо вносить тонны удобрений на один гектар в действующем веществе, причем, в этом случае более половины удобрений будет вымыто из почвы в поверхностные и грунтовые воды. Культуры с высоким П. п. антиэкологичны.

ПРОДУЦЕНТЫ – автотрофные организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических соединений, важнейший блок экосистемы, определяющий возможности функционирования гетеротрофных организмов других блоков – консументов и редуцентов. Продуценты в экосистеме делятся на фототрофов и хемотрофов, причем роль первых в биосфере на порядки превышает роль вторых.

Продуценты – фототрофы являются основными поставщиками кислорода в атмосферу и поглотителями углекислого газа, это фактор, сдерживающий развитие парникового эффекта. Продуценты – производители первичной биологической продукции.

Р

РАСТИТЕЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ — тип растительного сообщества, основная единица классификации (синтаксономии), близкая по значению к виду в систематике растений. Растительные ассоциации могут быть основой биологического мониторинга, т. к. являются хорошими индикаторами состояния условий среды и ее изменения под влиянием человека. Т. о., сообщества одной растительной ассоциации маркируют и экосистемы одного типа.

РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО — совокупность популяций растений в пределах однородных экологических условий. При их постепенном изменении растительные сообщества плавно переходят друг в друга и формируют континуум.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ — использование естественных экосистем или их элементов (древостой, популяция промыслового животного, травостой пастбищ, почва и т. д.), при котором не происходит разрушения ресурсов и не ухудшается среда обитания и соответственно здоровье популяции человека. При рациональном природопользовании сохраняется биологическое разнообразие экосистем.

Рациональное природопользование реализуется за счет экологического нормирования, т. е. выявления тех антропогенных нагрузок на экосистемы, при которых они в состоянии поддерживать внутренние функциональные связи — восстанавливать плотность популяций, часть которых использована человеком при охоте, рыбной

ловле, заготовке древесины или лекарственного сырья, восстанавливать почвенное плодородие, гидрологический режим территории и т. д. Рациональное природопользование опирается на принцип экологического императива.

Принципы и методы рационального природопользования разрабатываются экологическими науками прикладного характера — агроэкологией, лесной экологией, экологией водных экосистем и т.д. Они опираются на юридическую базу и на экономические механизмы. Их внедрение ведет к бережному обращению с лесными и водными ресурсами, недрами, снижению уровня загрязнения атмосферы и почв.

С

СЕНОКОС — естественное кормовое угодье, фитомасса которого скашивается на корм скоту. В зависимости от продуктивности травостоя, его отавности и ритмики образования фитомассы скашивание проводится при одном или нескольких укосах.

СЕНОКОСООБОРОТ — последовательность скашивания участков сенокоса, обеспечивающая возможность периодического самообеспечения и семенного возобновления трав, имеющих хозяйственную ценность. При сенокосеобороте каждый массив сенокоса поочередно скашивается в ранние, средние и поздние сроки.

СЕСТАЙНИНГ (от англ. sustainable — поддерживающий; — свойство агроэкосистем восстанавливать ресурсы почв и естественных кормовых угодий, сохранять биологическое разнообразие и при этом обеспечивать достаточно высокий выход

растениеводческой и животноводческой продукции.

СИДЕРАТЫ – культуры, биомасса которых запахивается в почву в качестве зеленого удобрения, один из наиболее эффективных способов восстановления почв и поддержания баланса питательных элементов и органики, элемент сестайнинга агроэкосистем. Эффективность восстановления плодородия почвы сидератов выше, чем навоза, кроме того, при включении сидератов в состав севооборота экономится энергия, т.к. отпадает необходимость в транспортировке органического удобрения на поле. Сидераты могут возделываться как дополнительные (промежуточные) культуры, высеваемые до или после основной.

В качестве сидератов используются бобовые или крестоцветные, также применяются сложные сидеральные смеси из 5-10 видов. Высока эффективность восстановления почвы у сидеральных паров, когда сидераты могут накопить наибольшую биомассу. Обладая глубокой корневой системой, сидеральные культуры усиливают биогеохимический обмен между пахотным горизонтом и более глубокими слоями почвы, куда вымываются минеральные удобрения нисходящими токами воды. С. позволяют достичь сестайнинга агроэкосистем даже при отсутствии в их составе скота (т.е. без навоза).

Э

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ — основные социальные рычаги, которые способствуют внедрению экологических знаний в практику и обеспечи-

вают сохранение ресурсов, энергосбережение, охрану биологического разнообразия и преодоление потребительского подхода. В основе их — повышение цен на ресурсы и энергию, введение платы за загрязнение среды (принцип “загрязняющий платит”, причем плата тем выше, чем опаснее загрязнители, которые предприятие выбрасывает в атмосферу или воду) и использование специальных квот на загрязнение, т. е. установление того количества загрязнителей, которое предприятию за определенную плату разрешается выбрасывать в окружающую среду. При превышении квоты предприятие платит штрафы, которые в несколько раз превышают плату за загрязнение в пределах квоты.

ЭКОСИСТЕМА – совокупность организмов и условий среды, в которой они обитают. Безранговое понятие и к числу экосистем могут быть отнесены муравейник, участок леса, озеро, город, ферма, кабина космического корабля. По типу обеспечения энергией разделяются на автотрофные, которые используют неорганический углерод и энергию солнца или химических связей, и гетеротрофные, которые используют уже готовые органические соединения. Кроме того, экосистемы делятся на естественные и искусственные, создаваемые человеком.

Основой функционирования экосистем является постоянное поступление энергии, используемой однократно и теряемой при дыхании живых организмов и разложении мертвого органического вещества (детрита), и круговороты элементов питания, которые подвергаются рециклингу и многократно используются организмами

(круговороты углерода, кислорода, воды, фосфора, азота, калия и др.). Среди организмов, входящих в экосистему различаются продуценты, консументы (фитофаги, хищники, паразиты, детритофаги, симбиотрофы) и редуценты. Разные организмы занимают разные экологические ниши. Организмы внутри Э. выстроены в последовательности в процессе питания (пищевые цепи и пищевые сети), организмы с одним типом питания находятся на одном трофическом уровне.

Каждая экосистема характеризуется определенным видовым богатством (биологическим разнообразием), системой взаимоотношений между организмами (конкуренция, отношения типа “хищник-жертва”, “хозяин-паразит”, мутуализм и др.). У устойчивых (или постепенно изменяющихся в ходе экологической сукцессии) экосистем формируется экологическое равновесие, однако, возможны и неравновесные экосистемы, например, города.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕСТУПЛЕНИЕ — противоправное действие, которое приводит к разрушению ресурсов или резкому ухудшению условий среды (уничтожение видов редких животных или растений; загрязнение водоема сточными водами, которое вызвало гибель его экосистемы; захоронение опасных отходов в неполюженном месте и без должной системы защиты от них окружающей среды и т.д.). Э.п. карается законом как уголовное правонарушение.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ — определение расчетным путем дальнейшего развития процесса, который протекает в настоящее время и

является объектом экологического мониторинга. Возможны прогнозы развития процессов эрозии, обеднения фауны рек при увеличении загрязнения воды, снижения поголовья лосей при продолжении браконьерского промысла и т.д. В результате экологического прогнозирования принимаются решения, способные предотвратить развитие нежелательных процессов.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ — состояние экосистемы, при котором сохраняются постоянными (или, при экологической сукцессии, постепенно изменяются) биологическое разнообразие (состав биоты), биологическая продуктивность и циклы (круговороты) элементов питания.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ — графические фигуры, показывающие соотношение биомассы, численности или энергии, которая накоплена организмами разных трофических уровней в экосистеме. Для наземной части сухопутных экосистем характерны пирамиды типа “мавзолеей”, когда с повышением трофического уровня показатели, отражаемые пирамидой, убывают. Наиболее четко эта закономерность прослеживается в пирамидах биомассы и энергии и менее четко — в пирамидах численности (так как, например, животных может быть много, но по размерам они мелкие, или мало, но это гиганты, такие как слон). В водных экосистемах закономерность “мавзолея” может нарушаться, так как организмы фитопланктона живут недолго и не накапливают большой биомассы, а зоомасса хищников может быть велика за счет крупных долгоживущих особей

рыб. В период массового развития зеленых водорослей (“цветения” воды) биомасса продуцентов может оказаться больше или равной биомассе хищников-зоофагов.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ИМПЕРАТИВ - формы природопользования, при которых возобновимых ресурсов (почв, лесов, вод, кормовых угодий), снижение биологического разнообразия естественных экосистем и агроэкосистем и ухудшение качества экологической среды — загрязнение атмосферы, воды, почвы и продуктов питания человека. В с/х экологический императив является элементом сестайнинга агроэкосистем.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СУКЦЕССИЯ — процесс постепенного изменения состава, структуры и функции экосистем под влиянием внешнего или внутреннего фактора. При сукцессии экологическое равновесие как бы скользит в направлении формирования экосистемы, наиболее соответствующей изменению условий среды. Экологические сукцессии под влиянием внутренних факторов называются автогенными. Они могут быть первичными, если экосистема формируется в условиях, которые не были изменены внешними факторами (например, процесс зарастания скал, зарастание озера), или вторичными, восстановительными — зарастание лесом вырубки, зацеplинение залежи, зарастание рудеральными растениями бурта земли или поверхности почвы, обнаженной при строительстве.

В целом для автогенных сукцессий характерна смена эксплерентов, которые развиваются на первой стадии, видами иных стратегий — обладающими свойствами виолентности и патиентности.

Экологические сукцессии, которые возникают под влиянием внешних факторов, называются аллогенными (пастбищная дигрессия, изменение состава экосистем под влиянием рекреации, изменение состава луговой растительности при внесении удобрений, эвтрофикация водоемов при попадании в них органического вещества или соединений азота и фосфора, которые смыты с полей и т. д.).

Одним из важнейших принципов рационального природопользования является экологическое нормирование, которое позволяет останавливать аллогенную сукцессию на той стадии, когда за счёт внутренних факторов еще возможно восстановление исходного (или близкого к исходному) состава экосистемы. При пастбищной дигрессии это достигается за счет использования пастбищеоборота и нормирования пастбищных нагрузок при регламентированном выпасе (т. е. в соответствии с пастбищной емкостью).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Абрамчук А.В., Горчаковский П.Л. Формирование и антропогенная деградация луговых растительных сообществ в лесостепном Зауралье //Экология. - 1980. - №1. - С. 22 - 34.
2. Абрамчук А.В., Горчаковский П.Л. Луга лесостепного Зауралья //Флористические и геоботанические исследования на Урале (Сб. статей). - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. - С. 3 - 61.
3. Абрамчук А.В., Горчаковский П.Л. Восстановление потенциальной продуктивности деградированных суходольных лугов //Растительный покров антропогенных местообитаний: Сб. науч. тр. Удм. ун-т. - Ижевск, 1988. - С. 144 - 166.
4. Амиров М.Б. Биологическое земледелие: проблемы и пути решения //Башкирский экологический вестник. - 1999. - № 3. - Уфа: Экология - С. 15 - 19.
5. Бабурин А.А. К методике оценки современного состояния лесного растительного покрова //География и природные ресурсы. - 1984.- №1. - С. 134 - 137.
- Бабурин А.А. Динамика состояния лесной растительности Амурско-Комсомольского ТПК //География и природные ресурсы. - 1986.- №1. - С. 151 - 157.
6. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975. – 301 с.
7. Бауэр Л., Вайничке Х. Забота о ландшафте и охрана природы. - М.: Прогресс, 1971. - 264 с.

8. Болотов А.Т. Избранные труды. - М.: Агропромиздат, 1988. - 416 с.
9. Булаткин Г.А., Ларионов В.В. Основы энергетической концепции агротехногенной нагрузки // Пушино: Ин-т почвовед. И фотосинтеза. – 1992. – 28 с. Булаткин, Ларионов, 1992
10. Бураков В.И. Система земледелия и агроландшафт //Земледелие.-1990, № 4. - С. 40 - 44.
11. Бялый А.М., Панов В.И., Нигматуллин И.А. Агролеомелиорация как средство улучшения и стабилизации водного режима полей в зоне недостаточного увлажнения //Экология лесоаграрного ландшафта. - Волгоград: ВНИИА, 1986. - С. 142 - 150.
12. Васильев А.А. Экономическая модель растений. Общий подход // Физиология растений. – 1995. – Т.42. № 1. – С.45-51.
13. Вильямс В.Р. Собрание сочинений в 12-ти томах. Том четвертый. Луговое хозяйство (1901-1933 гг.). - М.: Гос. изд-во с.-х лит-ры, 1949. - 499 с.
- Гал Я. Влияние полезащитных лесополос на микроклимат и производительность почвы на Средне-Дунайской равнине //Агролесомелиорация. - М.: Лесная промышленность, 1979. - С. 56 - 63.
14. Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Антропогенная трансформация лугов и проблема охраны генетических ресурсов их флоры //Растительный покров антропогенных местообитаний: Сб. науч. тр. /Удм. ун-т. - Ижевск, 1988. - С. 130 - 143.
15. Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Синантропизация суходольных лугов при сенокосном и

пастбищном использовании //Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности: Матер. Всесоюз. совещ. - Ижевск, 1991а.- С. 38 - 51.

16.Горчаковский П.Л., Абрамчук А.В. Изменение флористического состава пойменных лугов в ходе антропогенной деградации //Рациональное использование и охрана растительного мира Урала: Сб. науч. тр. /Уро АН СССР. - Свердловск, 1991б. - С. 3 - 15.

17. Груздева Л.П. Растительный покров бассейна Верхней Волги – состав, динамика, картографирование, стратегия охраны. Афтореф. ... д-ра биол. наук. М., 1992. – 58 с.

18. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. - М.: Сельхозгиз, 1953. - 152 с.

19. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). - Кишнев: Штиинца, 1988. - 767 с.

20. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. - Кишнев: Штиинца, 1990. - 432 с.

21. Жученко А.А. Проблемы адаптации в сельском хозяйстве // С.-х. биология. Сер. Биол. Растений. – 1993.- № 5. – С.3-35.

22. Жученко А.А. Роль научного наследия Н.И. Вавилова в решении проблем мирового сельского хозяйства // Известия ТСХА. – 1998.- Вып.1. – С.3-26.

23. Жученко А.А. Эволюционные, экологические и биоэнергетические подходы к адаптивной селекции растений конструировании агроэкосистем / Межд.

Симпозиум по селекции и семеноводству овощных культур. Мат докладов и сообщений. 1-4 марта 1999 г. – М., 1999. - С. 5-31.

24. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений// Селекция и семеноводство. – 1999.- №4. С.15-16.

25. Илларионов А.Г. Формирование системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и объектов //Природные ресурсы и экология Удмуртии: Науч.-практ. и метод. материалы. - Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1995. - С. 165 - 177.

26. Илларионов А.Г. Состояние, проблемы и перспективы развития сети особо охраняемых природных территорий //Геоэкологические проблемы Удмуртии: Учеб. пособие - Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1997.- С. 136 - 139.

27. Иноземцев А.А. Птицы и лес. - М: Агропромиздат, 1987. - 302 с.

28. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем. - М: Агропромиздат, 1988. - 207 с.Кант, 1988

29. Касьянов Ф.М. Защитные насаждения для повышения продуктивности лугов и пастбищ //Агролесомелиорация. - М.: Лесная промышленность, 1979. - С. 132 - 147.

30. Каштанов А.Н. Концепция ландшафтной контурно-мелиоративной системы земледелия // Земледелие. – 1992. - № 4. – С. 2-4.

31. Каштанов А.Н. Экологизация сельского хозяйства / Экологические принципы земледелия. – М.: Колос, 1993. – С. 3-11.

32. Каштанов А.Н. Концепция устойчивого земледелия России // Земледелие. – 2000. - № 3. – С. 10-11.

33. Кирюшин В.И. Принципы формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Аграр. Наука.- 1993. - № 3. – С.7-11.

34. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996. – 367 с.

35. Кирюшин В.И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа современной агротехнической политики России // Земледелие. – 2000. - № 3. – С. 4-6.

36. Климентьев А.И., Чибилев А.А. Концепция экологической оптимизации структуры ландшафтно-земельного фонда степной зоны Южного Урала // Тезисы докладов III съезда докучаевского общества почвоведов (11-15 июля 2000 г., Суздаль), Кн. 1. – М., 2000. – С. 78-80.

37. Котлярова А.Г. Надо переходить на агроландшафтное земледелие //Земледелие. - 1990, №6. - С. 35-38.

38. Котт С.А. Сорные растения и борьба с ними. - М: Сельхозгиз, 1961. - 365 с.

39. Кроссли Д.А., Хауз Г.Дж., Снайдер Р и др. Положительные взаимодействия в агроэкосистемах // Сельскохозяйственные агроэкосистемы. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 75-84.

40. Курлавичюс П. Биотопическое распределение птиц в агронасаждениях. - Вильнюс: Моклас, 1986. - 106 с.

41. Лазарев М.М., Крючков Е.И. Агроклиматические ресурсы и сельскохозяйственная фитопродуктивность лесоаграрного ландшафта //Экология лесоаграрного ландшафта. - Волгоград: ВНИИА, 1986. - С. 150 - 158.

42. Лепке О. Задачи планирования природоохранных мероприятий при внутрихозяйственном землеустройстве //Экология и охрана растений Нечерноземной зоны РСФСР: Межвузовский сб. науч. тр. - Ивановский гос. ун-т, 1981. - С. 26 - 27.

43. Лопырев М.И. Ландшафтное земледелие и землеустройство // Земледелие. – 1988. - № 10. – С. 20-22.

44. Лопырев М.И. Основы агроландшафтоведения. – Воронеж, 1995. – 184 с.

45. Лопырев М.И., Чечин Д.И. Правильная организация территории //Земледелие. – 1990. - №5. – С. 12 - 17.

46. Мальцев А.И. Сорная растительность СССР. - М.-Л.: Сельхозиздат, 1933. - 295 с.

47. Миркин Б.М. Актуальные задачи оптимизации агрорастительности //Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности: Тез. Всесоюз. совещ.-Ижевск, 1988. - С. 18 - 20.

48. Миркин Б.М. Актуальные проблемы агрофитоценологии //Общие проблемы биогеоценологии. - М.: Наука, 1990. - 272 с.

49. Миркин Б.М. Экология естественных и сеяных лугов. - М.: Знание, 1991а. - 64 с.
50. Миркин Б.М. Спираль истории агросферы // Природа. – 1991б. - №11. - С. 34 - 43.
51. Миркин Б.М. Экологические аспекты обеспечения продовольственной безопасности // Соровский образовательный журнал. – 1997. - № 12. – С. 28-33.
52. Миркин Б.М., Мукатанов А.Х., Рамазанов Р.Я. Оценка стоимости потерь почв при эрозии // Земледелие. – 1991. - № 9. – С. 64-65.
53. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Популярный экологический словарь. – М.: Устойчивый мир, 1999. – 304 с.
54. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Злобин Ю.А. Состояние и тенденции развития современной агроэкологии. Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Растениеводство. – 1991.- Т.10. – 172 с.
55. Миркин Б.М., Хазиахметов Р.М. Лесоаграрные экосистемы: история, современность, будущее //Леса Башкортостана: современное состояние и перспективы: Материалы научно-практической конференции. - Уфа, 1997. - С. 5 - 8.
56. Миркин Б.М., Хазиахметов Р.М. Устойчивое развитие – продовольственная безопасность – агроэкологии // Экология. – 2000.- №3.- С.180-184.
57. Миркин Б.М., Хазиев Ф.Х. Агроэкология в республике Башкортостан: состояние, задачи, перспективы //Башкирский экологический вестник. - 1999, № 3. - Уфа: Экология. - С. 3 - 8.

58. Миркин Б.М., Хазиев Ф.Х., Хазиахметов Р.М., Бахтизин Н.Р. Экологический императив Республики Башкортостан. – Уфа, 1999. – 176 с.

59. Миркин Б.М., Хазиев Ф. Х., Хазиахметов Р.М. Проблема обеспечения продовольственной безопасности и структура экологического императива сельского хозяйства республики Башкортостан // Вестник АН Республики Башкортостан. - 1996. - Т.1, № 1. - С. 42 - 48.

60. Моисеев Н.Н. «Устойчивое развитие» или «Стратегия переходного периода» // Зеленый мир. – 1995. - № 14(185). – С. 3-5.

61. Моисеев Н.Н. Логика динамических систем и развитие природы и общества // Вопросы философии. – 1999. - № 4. – С. 3-10.

62. Моисеев Ю., Родина Н.К., Марков А. Продовольственная безопасность России // Межд. с.-х. журн. – 1996. - № 6. – С. 30-35.

63. Моисеев Ю., Родина Н.К. К концепции развития сельского хозяйства России // Межд. с.-х. журн. – 1998. - № 2. – С. 43-48.

64. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду. - М: Наука, 1973. - 359 с.

Моисеев, 1995

65. Муха Т.П. Влияние лесных полос на состояние воздуха агроландшафтов //Агролесомелиорация. - М.: Лесная промышленность, 1979. -С. 119 - 123.

66. Николаев В.А. Концепция агроландшафта //Вестник Московского университета. Сер.5. География. - 1987, № 2. - С. 22 - 27.

67. Новиков Ю.Ф. Синдром освоения // Энергия: Экономика, техника, экология.- 1989а. - № 12. – С. 7-13.
68. Новиков Ю.Ф. Коэффициент биоконверсии. – М.: Агропромиздат. – 1989б. – 191 с.
69. Новожилов К.В. Эколого-биоценотическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии // С.-х. биология. Сер. Биол. Раст. – 1993. - № 5.- С. 54-62.
70. Павловский Е.С. Экологическое значение защитных лесонасаждений //Экология и земледелие. М: Наука, 1980. - С. 113 - 120.
71. Павловский Е.С., Щебланов В.Ю. Повышение продуктивности песчаных земель под защитой лесонасаждений //Агролесомелиорация. - М.: Лесная промышленность, 1979. - С. 3 - 10.
72. Паулюкявичус Г.Б. Роль леса в экологической стабилизации ландшафтов. – М.: Наука. – 1989.- 214 с.
73. Полевая геоботаника. М.-Л., 1964. Т. 3. - С. 300 - 447.
74. Приходько Н.Н., Пастернак П.С. Оптимизация агроландшафтов //Вестник с.-х. науки. - 1987, №12. - С. 128 - 134.
75. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. - 637 с.
76. Приходько Н.Н. Оптимизация агроландшафтов //Земледелие. - 1988, № 7. – С. 27 - 30.
77. Программа и методика биогеоценологических исследований. - М: Наука, 1974. - 403 с.
78. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова //Избранные работы. - Л: Наука, 1971. - 334 с.

79. Родоман Б. О судьбе загородного ландшафта в центральном нечерноземном районе РСФСР //Экология и охрана растений Нечерноземной зоны РСФСР: Межвузовский сб. науч. тр. - Ивановский гос.университет, 1981.-С. 11 - 13.

80. Сельскохозяйственные экосистемы. – М.: Агропромиздат, 1987. – 223 с.

81. Соколов О.А. , Кирюшин В.И., Золотарева Б.Н. и др. Конструирование устойчивых агроэкосистем. – Пущино, 1993. – 34 с.

82. Соколов О.А. , Семенов В.М. Устойчивость экосистем к воздействию антропогенных факторов // Экология и почвы. Избранные лекции I-VII Всероссийских школ. - Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1998. – С. 93-113.

83. Справочник по кормопроизводству /под ред. М.А. Смурыгина. - М.: Агропромиздат, 1985. - 413 с.

84. Стебут И.А. Избранные сочинения в двух томах. - 1957. - Т. II. - М.: Государственное изд-во с.-х. культуры. - 631 с.

85. Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов лесов. - М.-Л.: Гос. с.-х. изд-во, 1930. - 318 с.

86. Тарашук В.И. Птицы полезащитных насаждений. - Киев: Изд-во АН Укр. ССР, 1953. - 123 с.

87. Трофимов А.М., Любарский Е.Л. Комплексные эколого-экономические системы: проблемы изучения //Экологические исследования. - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1995. - С. 3 - 25.

88. Туганаев В.В. Агрофитоценозы современного земледелия и их история [На примере УАССР и ТАССР]. - М.: Наука, 1984. – 87 с.

89. Фомичев Ю.П. Некоторые аспекты производства экологически безопасной продукции животноводства и охраны окружающей среды // аграрная Россия. – 2000. – № 5. – С. 5-11.

90. Формозов А.Н. Звери, птицы и их взаимосвязи со средой обитания. - М.: Наука, 1976. - 310 с.

91. Храмцов Л.И. К концепции ландшафтного земледелия // Земледелие. - 1996, № 1. - С. 13-16.

92. Цыганов Д.Н. Экоморф флоры хвойно-широколиственных лесов. - М.: Наука, 1976. - 60 с.

93. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. - М.: Наука, 1983. - 197 с.

94. Чибилов А.А. Принципы экологизации степного природопользования в растениеводстве и пастбищном животноводстве // Степное природопользование. – Свердловск, 1990. – С. 37-46.

95. Чибилов А.А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. – Свердловск: Уро АН СССР, 1992. – 176 с.

96. Чибилов А.А. Введение в геоэкологию (эколого-географические аспекты природопользования). – Екатеринбург: УрО РАН, 1998а. – 124 с.

97. Чибилов А.А. Степи Северной Евразии (эколого-географический очерк и библиография). – Екатеринбург: УрО РАН, 1998б. – 192 с.

98. Щербаков А.П. Насущные проблемы агроэкологии // Экол.вестн. села. – 1992. - № 3. – С. 19-21.

99. Щербаков А.П. Проблем биологизации земледелия // Земельная реформа и проблемы развития

земледелия в СССР. – Курск: ВНИИЗ и ЗПЭ, 1998. – С. 75-88.

100. Щербаков А.П. Состояние, проблемы и перспективы биологизации земледелия России // Экология и почвы. Избранные лекции у III-IX Всероссийских школ. – М.: ПОЛТЕКС, 1999. – С. 59-69.

Щербаков Л.Б., Родина О.Н. Средаобразующая роль лесных насаждений Волгоградской области // Экология лесоаграрного ландшафта. Волгоград: ВНИИА, 1986. - С. 131 - 137.

101. Шилов М.П., Шапиро В.Е. Совершенствование структуры сельскохозяйственных угодий как важнейший фактор оптимизации аграрной среды // Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности: Матер. Всесоюз. совещ. - Ижевск, 1991. - С. 38 - 51.

102. Экологическая оптимизация агроландшафта. - М.: Наука, 1987. – 240 с.

103. Яблоков А.В. Ядовитая приправа (Проблема применения ядохимикатов и пути экологизации сельского хозяйства). – М.: Мысль. – 1990. – 125 с.

104. Brawn L.R. Facing Food Insecurity // State of the World, 1994. A World Watch Institute Report of Progress Toward a Sustainable Society. New York, London, 1994. - p. 177 - 198.

105. Brawn L.R. The Agricultural Link. How Environmental Deterioration Could Disrupt Economic Progress. Worldwatch paper, 136. August, 1997. – 75 p.

Содержание

Предисловие	4
Введение	5
1. Краткий очерк истории развития агроэкологии	8
2. Концепции современной агроэкологии	15
3. Принципы экологически ориентированного управления агроэкосистемами	21
3.1. Концептуальная схема управления	21
3.2. Стратегия управления	23
3.3. Ограничители управления	25
3.4. Параметры управления	27
4. Экологическое нормирование как основа оптимизации агроэкосистем	40
4.1. Понятие экологического норматива применительно к сельскому хозяйству	40
4.2. Экологические нормативы управления трофической структурой агроэкосистем	41
4.3. Экологические нормативы управления пространственной структурой агроэкосистем	43
4.4. Экологические нормативы управления первичной биологической продукцией	44
4.5. Экологические нормативы управления вторичной биологической продукцией	45
4.6. Экологические нормативы управления агресурсами	47
4.7. Использование экологических нормативов при оптимизации агроэкосистем	49
Словарь агроэкологических терминов	55
Список литературы	79

Нелли Рафаиловна Веселкова

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ**

Учебное пособие

Компьютерный набор и верстка Н.Р. Веселковой

Подписано в печать . Формат 60x84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 4,87. Уч.-изд. л. 4,5.

Печать офсетная.

Тираж 100 экз. Заказ №

Типография ГОУВПО «Удмуртский государственный
университет»

426034, Ижевск, Университетская, 1, корп. 4.