

УДК 574:632.118

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА КОМПОНЕНТЫ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

© 2010 В.В. Савиных, В.И. Костин, Д.А. Фирсов

Ульяновский государственный технический университет

Поступила в редакцию 14.12.2010

В работе представлены данные по влиянию электромагнитных полей (ЭМП) различных диапазонов частот и интенсивности, лазерного излучения на состояние и функционирование компонентов агрофитоценозов. Представлены направления агроэкологических исследований, связанные с применением электромагнитных технологий и методология оценки последствий воздействия ЭМП и лазерного излучения антропогенного происхождения на компоненты агрофитоценоза.

Ключевые слова: электромагнитные поля, агроэкологические исследования

ВВЕДЕНИЕ

За последние 50-60 лет возник и сформировался новый значимый фактор окружающей среды - электромагнитные поля антропогенного происхождения. В результате суммарная напряженность электромагнитного поля в различных точках земной поверхности увеличилась по сравнению с естественным фоном в 100-10000 раз [3]. Особенно резко она возросла вблизи ЛЭП, радио- и телестанций, средств радиолокации и радиосвязи, различных энергетических и энергоёмких установок, городского электротранспорта. Широко внедряется технологическое оборудование различного назначения, использующее сверхвысокочастотное излучение, переменные и импульсные магнитные поля; медицинские терапевтические и диагностические установки, средства визуального отображения информации на электроннолучевых трубках (мониторы компьютеров, телевизоры и т.п.), промышленное оборудование на электропитании; электробытовые приборы, индивидуальные средства связи (мобильные телефоны).

В масштабах эволюционного прогресса этот колоссальный рост напряженности ЭМП можно рассматривать как одномоментный скачек с сложно предсказуемыми биологическими последствиями [3].

В последние годы в научной и публицистической литературе появились термины, которые, следует признать, отражают реальную ситуацию:

Савиных Виталий Владимирович, аспирант кафедры "Безопасность жизнедеятельности и промышленная экология".

Костин Владимир Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры "Безопасность жизнедеятельности и промышленная экология".

Фирсов Денис Александрович, аспирант кафедры "Безопасность жизнедеятельности и промышленная экология". E-mail: v_savinyh@yandex.ru

“магнитная паутина”, “электромагнитный смог”, а Всемирной Организацией Здравоохранения введен термин “электромагнитное загрязнение среды”, что отражает новые экологические условия, сложившиеся на Земле в плане воздействия ЭМП на человека и все элементы биосферы.

Организм человека осуществляет свою деятельность путем ряда сложных процессов и механизмов в том числе, с использованием внутри- и внеклеточной электромагнитной информации и соответствующей биоэлектрической регуляции. В этой связи, техногенная электромагнитная среда обитания фактически может быть рассмотрена как источник помех в отношении жизнедеятельности человека и биоэкосистем [3].

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах.

При относительно высоких уровнях облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия. При относительно низком уровне ЭМП принято говорить об информационном характере воздействия на организм.

ЭМП оказывает влияние на биоэкосистемы. Результаты исследования действия ЭМП на насекомых свидетельствует о том, что этот фактор может вызывать изменения в поведении, действуя на уровни информационных отношений между особями, может оказывать чисто физическое действие в силу особенностей строения тела и жизнедеятельности насекомых; может также оказывать на некоторые физиологические характеристики (обмен веществ, рост и развитие). Возможно также некоторое действие ЭМП на генетическом уровне.

Как слабые, так и сильные ЭМП оказывают достаточно выраженное влияние на морфологические, физиологические, биохимические и био-

физические характеристики многих растений. Влияют на рост, развитие и размножение растительных объектов [4, 5, 15, 16, 20]. Что касается истинно генетических последствий, то однозначного ответа на этот вопрос пока нет.

Подавляющее большинство исследований обнаруживает высокую чувствительность различных микроорганизмов к достаточно слабым полям. Однако наличие эффектов, направление изменений, их величина, как правило, не связаны или весьма слабо связаны с параметрами действующих ЭМП.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЗЕМЛЕДЕЛИИ

В работе [5] рассмотрены основные электромагнитные технологии в растениеводстве и земледелии, приведены технологические параметры используемых полей и токов и обсуждены возможные отрицательные воздействия технологий на окружающую среду.

Отмечается, что в растениеводстве к этим технологиям относятся: электростатическая сепарация семян; предпосевная обработка семян и клубней для повышения всхожести и урожайности постоянным градиентным или переменным низкочастотным магнитными полями, УВЧ и СВЧ полями, полем коронного разряда; обработка растений на корню магнитными полями или воздействием слабого тока на почву для увеличения урожая и ускорения созревания; сушка продукции в СВЧ поле.

В земледелии и мелиорации ими являются: обработка почвы с приложением электрического потенциала к рабочему органу сельскохозяйственной машины для электроосмотического увлажнения и уменьшения трения; электрообработка почв для повышения растворимости и эффективности использования удобрений, биологической активности почв, борьбы с вредителями растений, расчленивания почв и подщелачивания кислых почв, электроосмотического подъема воды в корнеобитаемый слой; активация поливных вод и обеззараживание стоков животноводческих ферм электрическими и магнитными полями.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ЭМП АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ

Проведенный анализ литературы [1-20] показал, что до настоящего времени в РФ не проводилось комплексных и методически грамотных исследований воздействия ЭМП различных источников на окружающую среду. Как правило, в работах изучается реакция отдельных особей или различных видов живых организмов на воздействие ЭМП. Есть материалы единичных разроз-

ненных исследований, посвященных изучению влияния ЭМП на природные биологические системы организменного и надорганизменного уровня (популяции, сообщества, экосистемы), но нет работ по изучению состояния и функционирования экосистем в целом в условиях действия ЭМП, влиянию ЭМП на различные виды экосистем. При этом следует ожидать, что биологическая активность ЭМП будет различной в отношении экосистем, обладающих различной устойчивостью (толерантностью) к действию этого фактора. Известно, что существуют природные экосистемы с очень хрупкой организацией, когда малейшее вмешательство человека вызывает серьезные нарушения в функционировании сообщества, и на восстановление гомеостаза требуется длительное время (Г.В. Шляхтин, В.В. Аникин, Е.В. Завьялов и др., 2000). В этом случае техногенные ЭМП могут оказаться лимитирующим для экосистемы фактором и сильно изменить ее свойства [4].

Известно, что некоторые живые организмы обладают большей чувствительностью к ЭМП по сравнению с человеком (Н.А. Темурьянц, Б.М. Владимирский и др., 1992). В этом случае обоснованность принятия в качестве предельно допустимых уровней, установленных для человека, является спорным. О высокой чувствительности многих животных к ЭМП свидетельствует наличие геомагнитного тропизма, т.е. использование геомагнитного поля Земли в качестве ориентира. Такая способность обнаружена у многих живых организмов. Проявления геомагнитного тропизма экспериментально обнаружены и у растений – семена, высаженные параллельно силовым линиям геомагнитного поля прорастают быстрее, чем при перпендикулярном или беспорядочном расположении, такая ориентация семян усиливает не только их рост, но и интенсивность различных физиологических процессов, что приводит к повышению урожайности.

Сильные отклонения ЭМП от естественного уровня в большую или меньшую стороны, выходя за границы оптимума жизнедеятельности живых организмов и являются стрессорным фактором [4].

Влияние источников низкочастотного ЭМП на компоненты экосистем:

а) влияние ЭМП воздушных линий электропередачи (ВЛ) на растения

Теоретически уровни электрического поля регистрируемые вблизи ВЛ достаточны для повреждения листьев растений (Johnson et al, 1979). Проведенные наблюдения и эксперименты по влиянию ЭМП ВЛ на растения показали, что наблюдается уменьшение сухого веса надземной массы растений овса, подсолнечника растущих под ВЛ, по сравнению с контролем. Отмечено отрицательное действие ЭМП на величину потенциальной нитрогеназной активности почвенной ризосферной популяции, длину про-

ростков растений (А.В. Тугарова, М.В. Смиян, 2000). В некоторых исследованиях, например А. Г. Карташева, Г. Ф. Плеханова (1982) отмечается стимуляция роста и прорастания сухих семян креписа при воздействии ПеЭМП 40 кВ/м.

Влияние ВЛ на экосистемы многосторонне: во-первых, строительство ВЛ нарушает места обитания одних видов животных и создает благоприятные условия для других; во-вторых, это механическое воздействие – например, столкновение летящих птиц с опорами и проводами ВЛ; в-третьих, непосредственное токовое воздействие при контакте; в-четвертых, влияние ЭМП на различные этапы онтогенеза животных.

б) влияние источников радиочастотного диапазона ЭМП на компоненты экосистем

Широкое распространение источников РЧ излучений, ставит задачу оценки экологической защищенности различных экосистем в целом и их компонентов. Одна из таких работ была проведена в 1993-1995 гг. в рамках экологических программ Министерства обороны РФ, когда проводилась оценка влияния ЭМП (источник радар) на здоровье среды (В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили и др., 2000). Регистрировалось состояние отдельных компонентов экосистемы (почвенные беспозвоночные, растения, млекопитающие), подвергавшихся облучению электромагнитных волн радиодиапазона. Анализ состояния компонентов экосистемы проводился по морфогенетическим и физиологическим показателям. В структуре сообществ почвенной фауны (микроартоподы-сапрофаги и гамазовые клещи) и их распределении по почвенным горизонтам не было выявлено существенных изменений под действием ЭМП. Обнаружено изменение общего состояния березы повислой, как по показателям стабильности развития, так и по показателям эффективности фотосинтеза. Изменение фотосинтетической активности является физиологической реакцией, которая может исчезать с течением времени, изменение же морфологии листа, происходящее в период его формирования, сохраняется в течение всего вегетационного периода. Серьезные изменения в иммунологических и морфологических показателях состояния организма были выявлены у всех исследованных видов млекопитающих (рыжей и серой полевок, полевой и лесной мышей, обыкновенной бурозубки). Причем физиологические реакции имели обратимый характер и исчезали через несколько дней после завершения облучения, в то время как морфологические изменения были необратимыми.

В работе Воронковой Е.В., Григорьева Ю.Г. (1996) изучалось влияние ЭМП с несущей частотой 400 МГц, ППЭ 260 и 130 мкВт/см², экспозиция 30 суток, в натуральных условиях при импульсном режиме работы РЛС специального назначения на семена сельскохозяйственных

культур (ячменя, гречихи и картофеля). Цитогенетические исследования (выход хромосомных аббераций) показали достоверное увеличение клеток с нарушениями в экспериментальной группе по сравнению с контролем. Увеличение хромосомных аббераций было также обнаружено при облучении ЭМП воздушно-сухих семян и проростков салата (несущая частота 1,2 ГГц, частота модуляции 0,12 Гц, длительность импульса 16 мс, ППЭ – 0,5; 5,0; 25 мВт/см², облучение проводили повторно в течение 4 сут. по 30 мин.) (Ю.Г. Григорьев, Л.В. Невзгодина и др., 1996)

Важнейшей составной частью агроценозов является биосистема свободно живущих в почве микроорганизмов, деятельность которых определяет плодородие почв и доступность растениям питательных веществ. Комплекс почвенных микроорганизмов – это сложнейшая биосистема, обладающая рядом особенностей, которые позволяют ее отнести к довольно устойчивым системам. Однако воздействие какого-либо сильного внешнего фактора может значительно изменить соотношение определенных групп почвенных микроорганизмов или их физиологическую активность, что может привести к нарушению внутреннего равновесия системы (гомеостаза), вплоть до необратимых изменений, а в конечном итоге потере урожайности. Полученные данные позволяют предположить, что хроническое СВЧ-облучение почвы ведет к частично стерилизующему эффекту, который выражается в снижении уровня азотфиксации. Четкой дозовой зависимости не обнаружено. Снижение уровня азотфиксации может происходить за счет снижения активности фермента нитрогеназы, ответственного за фиксацию атмосферного азота, либо за счет уменьшения числа азотфиксирующих микроорганизмов [3, 4, 6].

Таким образом, хроническое СВЧ-излучение при определенных параметрах оказывает как стимулирующее, так и угнетающее действие на структурные компоненты экосистем (животных, растений, насекомых, почвенные микроорганизмы). Последствиями таких воздействий для экосистем может быть: подавление или стимуляция роста растений, усиление или ингибирование размножения насекомых, в том числе вредителей, изменение активности почвенных микроорганизмов и поражаемости растений грибными заболеваниями, снижение репродуктивности животных.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЭМП

До настоящего времени ПДУ для оценки воздействия ЭМП на окружающую среду в целом не разработаны ни в одной стране мира. Имеются лишь разрозненные результаты отдельных исследований воздействия ЭМП на компоненты экосистем [4].

Единственным объектом живой природы, для которого разработаны и внедрены соответствующие ПДУ как в Российской Федерации, так и во многих государствах за рубежом, является человек [1].

К вопросу нормирования ЭМП для окружающей среды возможны несколько подходов:

- за ПДУ принимается интенсивность ЭМП естественного происхождения. При таком подходе разработка нормативов является простой задачей и сводится к обобщению имеющихся данных по интенсивности естественного электромагнитного фона в интересующем диапазоне частот (0–300 ГГц). Данный подход не оправдан ни с экономической, ни с экологической точки зрения, т. к. его реализация потребует почти полного прекращения функционирования объектов-источников ЭМП, а также проведения чрезвычайно дорогостоящих защитных мероприятий.

- за ПДУ принимается технически минимально достижимая интенсивность ЭМП, которая обеспечивает бесперебойную работу технических устройств. Подход является техническим, и вопрос нормирования рассматривается в отрыве от воздействия ЭМП на живые организмы. Установленные при таком подходе ПДУ могут быть в несколько раз выше пороговых значений, обоснованных биологическими исследованиями.

- за ПДУ принимаются ПДУ, разработанные для человека. Перенесение требований нормативных документов, разработанных для человека, на экосистемы в целом представляется чрезмерно грубым приближением, даже при условии введения соответствующих поправочных коэффициентов, т. к. характер воздействия ЭМП определенного типа на представителей флоры и фауны может радикально отличаться от характера его воздействия человека. Особенно это различие может наблюдаться у организмов, так или иначе использующих ЭМП естественного происхождения для обеспечения своего процесса жизнедеятельности.

- за ПДУ принимаются биологически обоснованные уровни, установленные в результате физических, физиологических, клинических, биохимических и других исследований на биологических объектах [4].

Этот подход является наиболее правильным, так как ПДУ определяется на основе комплексных исследований с оценкой последствий влияния ЭМП на жизнедеятельность видов и сообществ различной организации.

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМП И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА КОМПОНЕНТЫ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

Экологическим последствиям возрастающего уровня ЭМП в биосфере еще не дана соответ-

ствующая оценка [4]. Следует отметить, что оценка последствий воздействия ЭМП на биосферу в целом является чрезвычайно сложной задачей, решение которой возможно лишь с позиций системной методологии. Этот подход заключается в конкретном учете всеобщности связей в природе, знании общесистемных законов и динамических свойств экосистем, таких как инертность, устойчивость, равномерность.

Методология оценки действия ЭМП различных диапазонов должна включать изучение чувствительности основных элементов экосистем (животных, растений, насекомых, почвенного микробоценоза) к воздействию ЭМП с целью установления экологически значимых тест-объектов – биоиндикаторов – по показателям продуктивности и выживаемости, а также определение наиболее чувствительных тест-систем [4]. Это позволит минимизировать материально-технические затраты на дальнейшие исследования при сохранении их достаточной объективности.

Биоиндикатор – это организм, вид или сообщество по наличию, состоянию, поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии загрязнителей и степени загрязненности окружающей среды.

Например, среди растений наиболее изученным видом-биоиндикатором является сосна, которая высоко чувствительна к загрязнению среды и практически не встречается в сильно загрязненных районах (В.Н. Карнаухов, 2001). В ряде случаев в весенне-летний период для биомониторинга могут быть использованы клетки листьев липы, березы и других лиственных деревьев и кустарников.

Следует также обращать особое внимание на представителей экосистем, использующих ЭМП для обеспечения своего процесса жизнедеятельности.

Для большинства типов экосистем из различных климатических зон тест-объекты из растительного и животного сообществ могут варьировать.

Для определения пороговых величин интенсивности ЭМП различных частотных поддиапазонов необходимо проведение следующих перспективных исследований на выбранных биоиндикаторах и тест-системах:

- экспериментально определить ряды чувствительности биологических компонентов экосистем к воздействию ЭМП разных частотных поддиапазонов и выбрать соответствующие биоиндикаторы;

- для выбранных биоиндикаторов определить пороговые значения интенсивности ЭМП в каждом из частотных поддиапазонов при определенных режимах облучения на основе морфофизиологических, цитогенетических, электрофизиологических и биофизических показателей;

- разработать методы мониторинга состояния экосистем в условиях электромагнитного воздействия [4].

В реальной обстановке природные экосистемы одновременно подвергаются воздействию нескольких (многих) факторов среды. Оценку экологических последствий для компонентов природных экосистем следует проводить с учетом всего комплекса техногенных факторов. С этой целью потребуются построение иерархической структуры экологических факторов по степени их биологической и экологической значимости, а также исследования комплексного влияния факторов на биоиндикаторы с выявлением лимитирующего фактора. При этом следует уделять внимание экосистемам, расположенным на особо охраняемых территориях – заповедниках, заказниках, национальных парках и т. п., а также в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой.

Для регулирования воздействия ЭМП антропогенного происхождения на окружающую среду с целью предотвращения деградации основных компонентов природных экосистем, включая сокращение биоразнообразия, связанное с этим снижение способности природы к саморегуляции, в рамках реализации Экологической доктрины Российской Федерации, необходимо осуществление следующих мероприятий:

- разработка и утверждение критериев и предельно допустимых уровней воздействия ЭМП на окружающую среду;

- разработка и утверждение критериев оценки степени экологической опасности источников ЭМП конкретных типов, т. к. в зависимости от источника характер воздействия может иметь различный характер;

- внесение соответствующих изменений в методику проведения ОВОС, на объектах содержащих источники ЭМП;

- разработка методики инструментального контроля интенсивности ЭМП в целях экологической оценки;

- подготовка федерального и региональных реестров источников ЭМП;

- разработка методологии исчисления и введение платежей или экологического налога за ущерб, наносимый ЭМП окружающей среде, необходимость введения которых обсуждалась на различных уровнях;

- разработка порядка расчета экономических оценок вредных нагрузок от загрязнения окружающей среды ЭМП для использования указанных оценок при разработке планов специализированных мероприятий по защите (реконструкция, вывод за пределы населенных мест, использование технических защитных мероприятий и т.п.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ литературных источников показал, что ЭМП широкого диапазона частот и разной интенсивности влияют на состояние и функционирование компонентов экосистем. Воздействие ЭМП даже нетеплового уровня, отличаю-

щегося от параметров естественного фона, вызывают обратимые изменения регуляции физиологических процессов: у животных – изменение интенсивности обменных процессов, иммунной активности и т.п.; у растений – изменения процессов роста, газообмена, поглощения минеральных веществ и т.п.

2. В природе существуют виды и сообщества живых организмов, отличающихся повышенной чувствительностью к действию ЭМП, которые при проведении мониторинга могут служить биоиндикаторами электромагнитного загрязнения среды.

3. Представлены направления агроэкологических исследований, связанные с применением электромагнитных технологий: изучение влияния на микрофлору и фауну, химических превращений и изменений физической структуры почв.

4. Как слабые, так и сильные ЭМП оказывают достаточно выраженное влияние на морфологические, физиологические, биохимические и биофизические характеристики многих растений. Влияют на рост, развитие и размножение растительных объектов. При этом возможно использование как ЭМП, так и ионизирующей радиации, лазерных излучений.

5. На основе литературных источников и работ авторов представлена методология оценки последствий воздействия ЭМП и лазерного излучения антропогенного происхождения на компоненты агрофитоценозов

6. На кафедре “Безопасность жизнедеятельности и промышленная экология” УлГТУ создана научно-исследовательская лаборатория по проблемам электромагнитной экологии. Большое внимание уделяется укомплектованию этой лаборатории современными средствами измерения ЭМП и лазерных излучений. Опыт работы лаборатории показывает, что очень важным является объединение усилий представителей технических и естественных наук, поскольку появление новых источников ЭМП и лазерных излучений предъявляет повышенные требования, как к оснащению исследовательских лабораторий, так и к научному уровню специалистов, в том числе инженеров-экологов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П.* Основы электромагнитной экологии. М.: Радио и связь, 2000. 240 с.
2. *Электромагнитная экология. Основные понятия и нормативная база: Учеб. пособие для вузов/ А.Л. Бузов, Ю.М. Сподобаев, Л.С. Казанский, В.А. Романов.* М.: Радио и связь, 2004. 100 с.
3. *Григорьев Ю.Г., Степанов В.С., Григорьев О.А., Меркулов А.В.* Электромагнитная безопасность человека/ Справочно-информационное издание. М.: Российский национальный комитет по защите от неионизирующего излучения, 1999. – 151 с.
4. *Григорьев О.А., Бичелдей Е.П., Меркулов А.В., Степанов В.С., Шенфельд Б.Е.* Определение подходов к нор-

- мированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы// В сб. "Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений" // Сборник трудов. М.: Изд-во РУДН, 2003. С. 46 - 74.
5. *Ананьев И.П., Так Е.З., Рохинсон Э.Е.* Экологические аспекты электромагнитных технологий в растениеводстве и земледелии// Тезисы докладов конференции "Электромагнитное загрязнение окружающей среды", 21-25 июня 1993 года. С. 10-11.
 6. *Белишева Н.К.* Цитогенетические эффекты действия гелий-неонового лазера// Тезисы докладов конференции "Электромагнитное загрязнение окружающей среды", 21-25 июня 1993 года. С. 74-75.
 7. О действии предпосевного гамма-облучения семян разных репродукций на качество яровой пшеницы/ *В.И. Костин, В.И. Ермохин*// Материалы 2 Всесоюзного симпозиума по прикладной биофизике растений. Кишинев, 1977. С.15-16.
 8. Действие лазерного излучения на урожай и качество кормовой свеклы/ *В.И. Костин*// Информационный листок ЦНТИ, №130-80, Ульяновск, 1980.
 9. Влияние предпосевного лазерного облучения семян люцерны на рост и развитие растений/ *В.И. Костин, Е.М. Лощина*// Материалы 2 Всесоюзной конференции по сельскохозяйственной радиологии. Том 1. – Обнинск, 1984. С.24-25.
 10. Действие лазерного излучения на ростовые процессы и продуктивность рапса/ *В.И. Костин, Ю.А. Корнилов*// Материалы Всесоюзного научно-производственного совещания по применению оптического излучения в сельскохозяйственном производстве при выполнении Продовольственной программы. Львов, 1984. С.180-181.
 11. Экономическая эффективность ионизирующих излучений при возделывании некоторых сельскохозяйственных культур в Ульяновской области/ *В.И. Костин, В.Я. Кочергин*// Материалы 2 Всесоюзной конференции по сельскохозяйственной радиологии. Том 1. Обнинск, 1984. С.67-68.
 12. Сравнительная продуктивность и качество разных сортов яровой пшеницы под влиянием ионизирующей радиации/ *В.И. Костин, Т.Н. Еремина, Н.Ф. Батыгин*// Теоретические и практические аспекты РБТ. Часть 1. Киев, 1985. С.18-19.
 13. Комбинированное действие лазерного и плазменного излучения на семена яровой пшеницы и ярового ячменя/ *В.И. Костин, В.И. Ермохин*// Синергизм действия ионизирующей радиации и других физических и химических факторов на биологические системы. (Материалы Всероссийской конференции), Изд. АН СССР. Пушино, 1988. С.46-47.
 14. Эффективность обработки семян пшеницы, возделываемой в условиях орошения лазером и плазмой/ *В.И. Костин*// Информационный листок ЦНТИ. №170-89. Ульяновск, 1989.
 15. Эффективность предпосевной обработки картофеля градиентом магнитного поля/ *В.И. Костин*// Материалы Всесоюзной конференции "Применение низкоэнергетических физических факторов в биологии и сельском хозяйстве". Киров, 1989. С.94-95.
 16. Экономическая эффективность неионизирующих излучений при возделывании яровой пшеницы в условиях орошения/ *В.И. Костин, Я.З. Сабеев, В.Я. Кочергин*// Третья Всесоюзная конференция по сельскохозяйственной радиологии. Тезисы докладов. Том 2. Обнинск, 1990. С.46-47.
 17. Эффективность совместного взаимодействия ионизирующей радиации и микроэлементов-синергистов на семена гороха/ *В.И. Костин, Е.П. Ворожейкина*// Третья Всесоюзная конференция по сельскохозяйственной радиологии. Тезисы докладов. Том 2. Обнинск, 1990. С.48-49.
 18. Эффективность сочетанного воздействия ионизирующей радиации и некоторых микроэлементов на качество гороха/ *В.И. Костин*// *Аграрная наука в условиях многообразия форм общественной собственности и регионального хозрасчета.* – Ульяновск, 1990. С.121-122.
 19. Синергизм действия ионизирующей радиации и минерального питания/ *В.И. Костин*// Тезисы докладов Международного радиобиологического съезда. Ч. 2. Киев, 1993. С.240-241.
 20. Оптимизация фотосинтетического аппарата воздействием различных физических факторов/ *В.И. Костин*// Физиология, электрофизиология и интродукция сельскохозяйственных растений. Международный сборник научных трудов. Нижний Новгород, 2001. С.89-90.

METHODOLOGY ESTIMATION OF CONSEQUENCES OF INFLUENCE OF THE ELECTROMAGNETIC FIELDS AND LASER RADIATION OF ANTHROPOGENIC ORIGIN ON COMPONENTS OF AGROFITOCENOSIS

© 2010 V.V. Savinykh, V.I. Kostin, D.A. Firsov

Ulyanovsk State Technical University

Information is in-process presented on influence of the electromagnetic fields (EMP) of different ranges of frequencies and intensity, laser radiation on the state and functioning of components of agrofitocenosis. Directions of agro ecology researches, with the use of electromagnetic technologies and methodology of estimation of consequences of influence of EMP and laser radiation of anthropogenic origin on components of agrofitocenosis, are presented.

Keywords: electromagnetic fields, agroecological investigations

Vitaly Savinykh, Graduate Student at the Life Safety and Industrial Ecology Department.

Vladimir Kostin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Life safety and Industrial Ecology Department.

Denis Firsov, Graduate Student at the Life Safety and Industrial Ecology Department. E-mail: v_savinyh@mail.ru.