

**Таблица 3 – Экономическая эффективность гуматсодержащих удобрений в зависимости от фоновой дозы минеральных удобрений и сорта**

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га (расчетный)	Прибавка по отношению к контролю, тыс. руб./га
<b>Сорт Светлогорский</b>					
Фон 1 – N <sub>75</sub> P <sub>55</sub> K <sub>90</sub> (контроль)	6,4	64	47,6	16,4	–
Фон 1 + ЭлеГум, 6 л/га	7,3	73	52,4	20,6	4,2
Фон 1 + Гумилэнд, 2,8 л/га	7,6	76	54,8	21,2	4,8
Фон 1 + Тезорро, 2,2 л/га	7,4	74	53,6	20,4	4,0
Фон 1 + Гидрогумин, 4,5 л/га	7,2	72	52,9	19,1	2,7
<b>Сорт Сармат</b>					
Фон 2 – N <sub>90</sub> P <sub>65</sub> K <sub>105</sub> (контроль)	6,7	67	48,9	18,1	–
Фон 2 + ЭлеГум, 6 л/га	7,6	76	54,2	21,8	3,7
Фон 2 + Гумилэнд, 2,8 л/га	7,8	78	57,6	20,4	2,3
Фон 2 + Тезорро, 2,2 л/га	7,5	75	53,8	21,2	3,1
Фон 2 + Гидрогумин, 4,5 л/га	7,6	76	54,3	21,7	3,6

на 1 кг NPK выявлены при внесении доз минеральных удобрений на фоне перегноя, 20 т/га (таблица 2).

Расчеты экономической эффективности применения различных видов гуматсодержащих удобрений при выращивании различных сортов чеснока показали, что по сорту Светлогорский наибольший чистый доход – 21,2 тыс. руб./га получен при использовании удобрения Гумилэнд в норме расхода 2,8 л/га, а по сорту Сармат лучше всего себя зарекомендовал препарат ЭлеГум – 6 л/га. Чистый доход составил 21,8 тыс. руб./га (таблица 3).

### Заключение

1. Установлено, что наиболее эффективной дозой удобрения для культуры чеснока оказалась N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> с внесением минеральных удобрений на обоих фонах при наиболее выраженных преимуществах на фоне перегноя (20 т/га), по которым прибыль с 1 т продукции составила 4 020 руб. при уровне рентабельности 67 %.

2. Выявлено, что при внесении гуматсодержащих удобрений наибольший чистый доход – 21,2 тыс. руб./га по сорту чеснока Светлогорский получен в варианте N<sub>75</sub>P<sub>55</sub>K<sub>90</sub> + Гумилэнд, 2,8 л/га, а по сорту Сармат высокий чистый доход – 21,8 тыс./руб. га соответствовал дозе N<sub>90</sub>P<sub>65</sub>K<sub>105</sub> + ЭлеГум, 6 л/га.

### Литература

1. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Ураджай, 2001. – С. 480.
2. Аутко, А. А. Основы эффективного овощеводства в Беларуси / А. А. Аутко // Наука – производству: материалы четвертой междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, май 2001 г.) / Гродн. гос. аграр. ун-т., Гродно, 2001. – Ч. 2. – С. 62–64.
3. Комплексные удобрения в овощеводстве / В. А. Борисов [и др.] / Овощеводство. Состояние. Проблемы. Перспективы: сб. науч. тр. – М., 2001. – С. 289–295.
4. Босак, В. Н. Экономическая эффективность применения удобрений в полевых севооборотах / В. Н. Босак, Т. М. Германович // Материалы международной науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов // Минск, 2010. – Ч. 2. – С. 21–25.
5. Гануш, Г. И. Организационно-экономические факторы повышения эффективности овощеводства / Г. И. Гануш. – Минск: БелНИИовощеводства, 1997. – 143 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп., и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] // Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – С. 24.
8. Переднев, В. П. Удобрение овощных культур / В. П. Переднев. – Минск: Ураджай, 1987. – 144 с.
9. Шлапунов, В. Н. Полевое кормопроизводство / В. Н. Шлапунов. – Минск: Ураджай, 1985. – 184 с.

УДК 628.16

## Изменение электропроводности воды при омагничивании для сельскохозяйственного использования

А. В. Клочков, доктор технических наук, О. Б. Соломко, кандидат с.-х. наук  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 25.02.2021 г.)

В статье приведены результаты исследований влияния магнитных полей постоянных ферритовых магнитов на изменение свойств воды. Выявлено влияние

The article presents the results of studies of the effect of magnetic fields of permanent ferrite magnets on changing the properties of water. The effect of the duration of magnetic

длительности магнитных воздействий и особенностей применения омагничивающих воздействий на изменение электропроводности воды. При различных вариантах магнитных обработок показатель снижался в среднем на 21,4 мкСм/см. Максимальное снижение электропроводности в 32,9 мкСм/см отмечено в варианте с использованием двух магнитов внизу металлической емкости и расположением полюса N вверх. Показатель электропроводности характеризует изменение свойств воды и отражает ее потенциальную активность при стимуляции растений.

### Введение

Особенное значение в современных условиях имеют инновационные сельскохозяйственные технологии, которые могут в комплексе решить задачу увеличения объемов производства продукции требуемого качества при минимуме затрат. Одним из таких направлений является применение оригинальных способов магнитных воздействий на растения. Наиболее перспективно использование полива растений омагниченной водой, обладающей стимулирующими свойствами. Применение омагниченной воды при опрыскивании посевов средствами защиты растений также обладает положительным эффектом. Изменение свойств воды после омагничивания можно оценить по показателю электропроводности [1–5]. Накопленные в биологической науке данные убедительно свидетельствуют в пользу применения в технологиях земледелия магнитного поля, стимулирующего биологические процессы [1–28]. Исследования

effects and the peculiarities of the application of the particraging effects on the change in water conductivity is revealed. With different embodiments of magnetic treatments, the indicator on average decreased by 21,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . The maximum decrease in electrical conductivity of 32,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$  is marked in an embodiment using two magnets at the bottom of the metal tank and the location of the N up pole. The electrical conductivity indicator characterizes changes in the properties of water and reflects its potential activity in stimulating plants.

физического процесса омагничивания воды показывают, что магнитная обработка оказывает определенное влияние на структуру водных растворов, что приводит к улучшению технологических свойств воды. Известны многочисленные факты положительного влияния магнитного поля на различные функции растений [1, 2, 4, 7, 9, 10, 16, 18].

### Методика и объекты исследований

При проведении комплекса экспериментальных исследований использовали ферритовые кольцевые магниты двух типов с разными параметрами: магниты «А» – 75 × 28 × 13 мм, магниты «Б» – 60 × 23 × 8 мм.

Магниты серии «А» позволяли получить максимальную составляющую магнитной индукции в средней части кольца – до 99,2–110,0 мТл (рисунок 1).

Для магнитов «Б» с параметрами 60 × 23 × 8 мм максимальная магнитная индукция составляла 29,6–

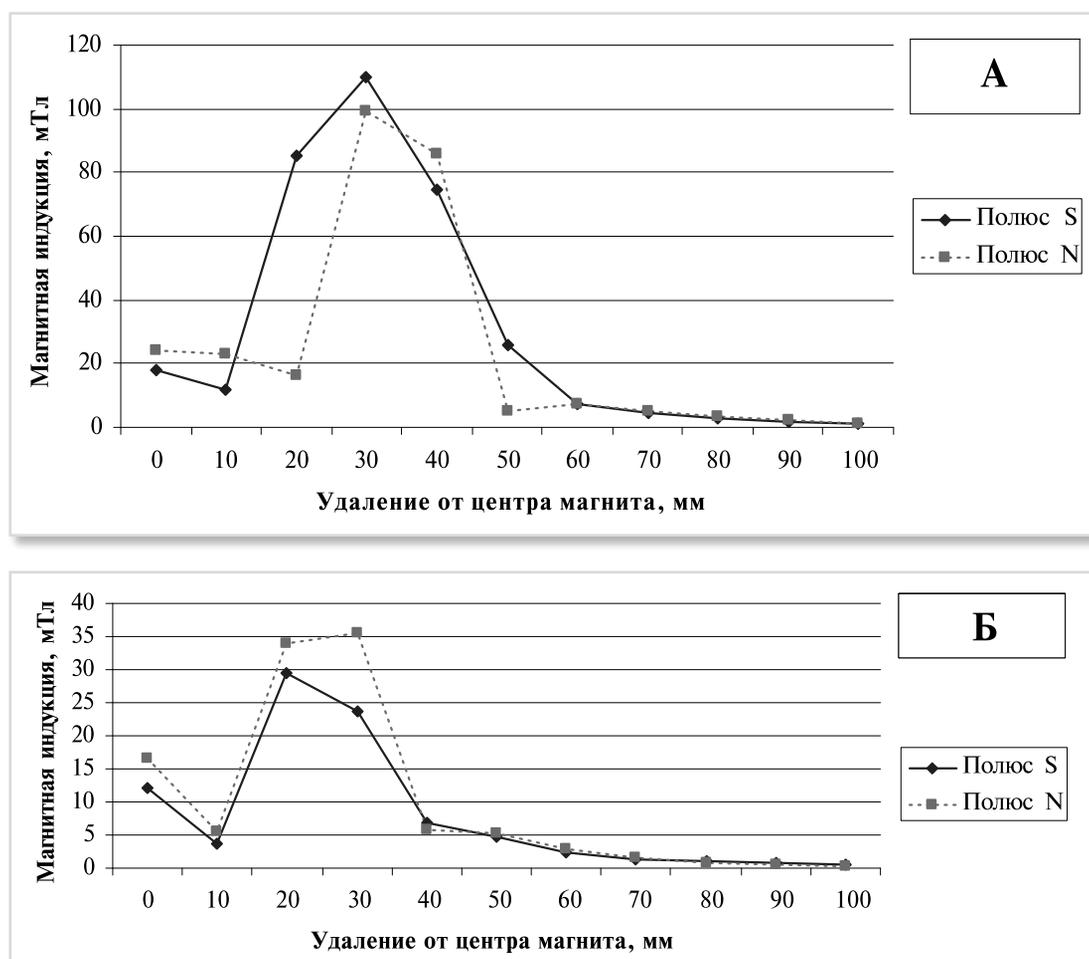


Рисунок 1 – Показатели нормальной составляющей магнитной индукции для магнита «А» и магнита «Б»

35,6 мТл. В отдельных экспериментах применяли воздействие одновременно двух магнитов в разных сочетаниях.

Свойства создаваемых магнитных полей изучали с помощью прибора ИМП-1 в лаборатории УО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев. Для измерения параметров электропроводности воды использовали кондуктометр МАРК-603. Проведено несколько серий экспериментов с целью определения изменений электропроводности воды при различных условиях омагничивания.

**Результаты исследований и их обсуждение**

В первой серии опытов фиксировали изменение электропроводности воды в течение 20 мин. без магнита и при расположении магнита «А» снизу стеклянных сосудов, содержащих 300 мл водопроводной воды. Результаты замеров показали незначительное уменьшение показателя электропроводности за данный период наблюдений. Указанное время наблюдений оказалось недостаточным для определения тенденций изменения электропроводности. Также начальная электропроводность имела различные показатели в пределах 620,5–623,8 мкСм/см.

В последующей серии опытов изучили влияние длительного (более 20 часов) воздействия поля магнитов «А» при расположении к сосуду с водой соответственно полюсами N и S (рисунок 2).

Полученная закономерность показывает характерное уменьшение электропроводности в течение первых 2-х часов наблюдений. Затем в течение примерно 5-и часов показатель изменялся незначительно. При последующем перемешивании электропроводность снизилась до показателя 585,8 мкСм/см. В дальнейших исследованиях время воздействия магнитного поля составляло 2 часа.

Проведена оценка показателей процесса омагничивания воды в сосудах из стекла и намагничиваемого металла при использовании различной полярности магнитов (рисунок 3).

Полученные данные отражают сходные закономерности изменения параметров электропроводности, что приводит к выводу о возможности применения технических устройств из различных материалов без значительного влияния на результаты омагничивания воды.

В дальнейших опытах оценивалось изменение электропроводности при различном взаимном расположении магнитов типа «Б» по сторонам металлической

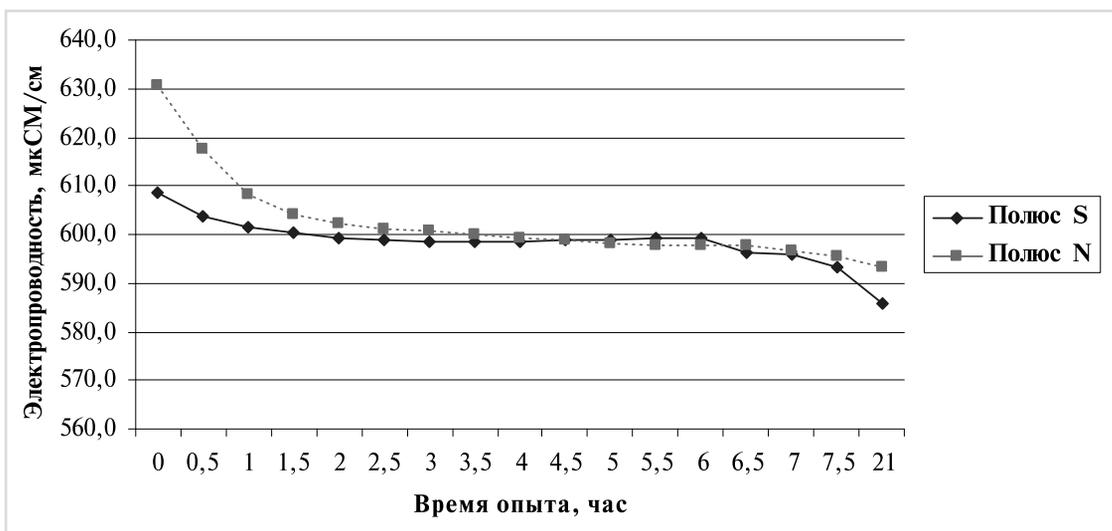


Рисунок 2 – Влияние времени воздействия на изменение электропроводности воды

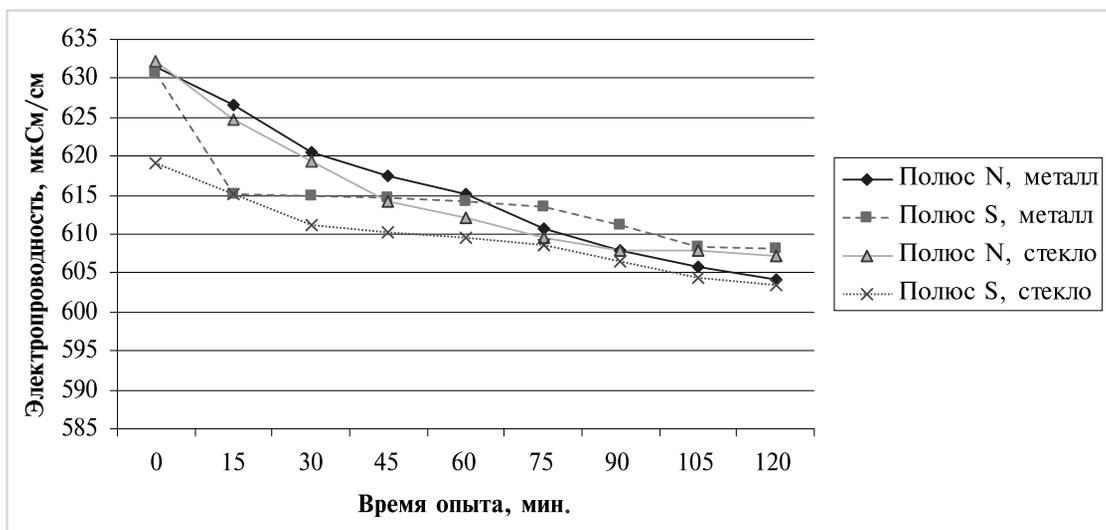


Рисунок 3 – Изменение электропроводности воды под действием магнита «Б» в емкостях из металла и стекла

емкости с испытуемой водой на расстоянии 90 мм (рисунок 4).

Установлено, что все четыре исследованных варианта показали близкие результаты по изменению электропроводности.

Для увеличения интенсивности магнитного поля применили снизу металлической емкости спаренные магниты серии «Б». При этом электропроводность воды снижалась от 625,4–628,2 до 595,3–602 мкСм/см.

Расположение магнитов полюсом N вверх увеличивало интенсивность снижения электропроводности (таблица).

Максимальное снижение электропроводности в 32,9 мкСм/см отмечено в варианте с использованием 2 магнитов внизу металлической емкости и расположением полюса N вверх. В среднем при различных вариантах омагничивания воды в металлической емкости обеспечивалось снижение электропроводности на 24,5 мкСм/см, тогда как в контрольном варианте за 2 часа наблюдений снижение составило 17,9 мкСм/см.

Проведенные эксперименты подтвердили, что при пропускании воды через капельную систему полива в направлении N-S отмечается более значительное снижение электропроводности воды (рисунок 5).

Актуальным является вопрос о влиянии расстояния между используемыми магнитами на результаты воздействия на воду. В соответствии с полученными результатами, при расстоянии между магнитами 10 мм электропроводность снижается более значительно, чем при расстоянии 20 мм. Однако при этом за 2 часа наблюдений снижение электропроводности воды в объеме 300 мл составило 3,1–7,8 мкСм/см.

### Выводы

1. Применение магнитных технологий является перспективным способом стимуляции растений. При этом технологически наиболее целесообразно применять данный способ путем омагничивания воды, предназначенной для полива или опрыскивания посевов.

2. Оценочным показателем результатов омагничива-

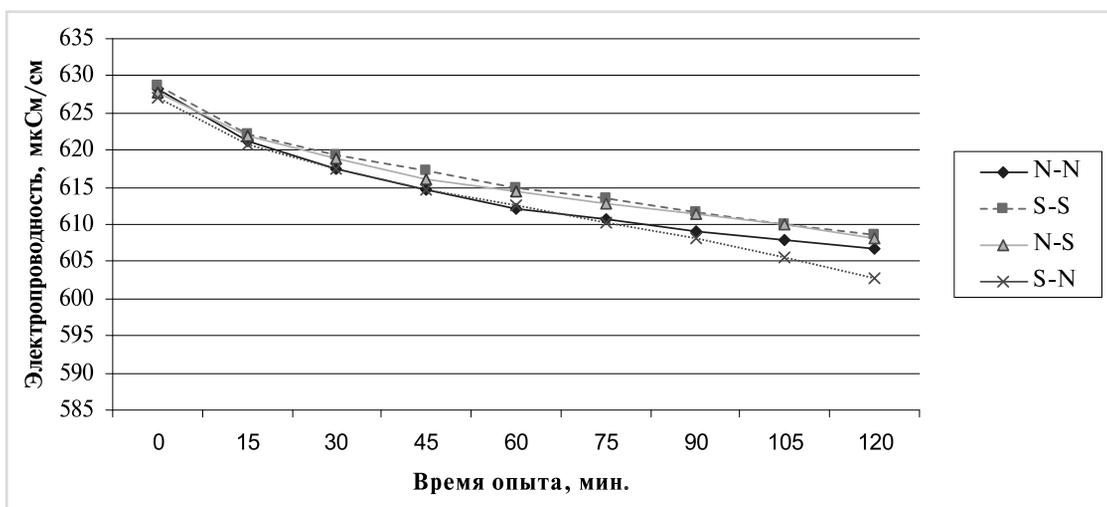


Рисунок 4 – Изменение электропроводности воды в промежутке между магнитами с расстоянием 90 мм в металлической емкости в зависимости от направления полярности

Изменение удельной электрической проводимости воды при различных вариантах воздействия магнитов серии «Б» в течение 120 мин.

Вариант	Электропроводность, мкСм/см		
	начальная	конечная	изменение
Чистая вода в стеклянной емкости	621,6	597,6	24,0
Чистая вода в металлической емкости	623,2	605,3	17,9
Стеклянная емкость с магнитом внизу, полюс N-вверх	632,3	607,1	25,2
Стеклянная емкость с магнитом внизу, полюс S-вверх	619,2	603,4	15,8
Металлическая емкость с магнитом внизу, полюс N-вверх	631,4	604,1	27,3
Металлическая емкость с магнитом внизу, полюс S-вверх	630,8	608,1	22,7
Металлическая емкость с 2 магнитами внизу, полюс N-вверх	628,2	595,3	32,9
Металлическая емкость с 2 магнитами внизу, полюс S-вверх	625,4	602,0	23,4
Металлическая емкость с расстоянием между магнитами 90 мм и полярностью N-N	628,3	606,8	21,5
То же с полярностью S-S	628,6	608,7	19,9
То же с полярностью N-S	627,7	608,1	19,6
То же с полярностью S-N	627,1	602,8	24,3

ния воды является изменение электропроводности. Установленное во всех опытах снижение данного показателя отражает структурные изменения свойств воды.

3. Для изготовления технических устройств для омагничивания воды могут быть использованы различные материалы. Следует учитывать направленность полюсов и расстояние между отдельными элементами магнитной системы. При ориентации полюса магнитов N в сторону омагничиваемой воды отмечается более высокое снижение электропроводности.



**Рисунок 5 – Изменение электропроводности воды после пропускания через капельницы с различными вариантами полярности магнитов**

**Литература**

- Новицкий, Ю. И. Действие постоянного магнитного поля на растения: [монография] / Ю. И. Новицкий, Г. В. Новицкая; отв. ред. чл.-корр. РАН В. В. Кузнецов; РАН, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – М.: Наука, 2016. – 350 с.
- Новицкий, Ю. И. Магнитные поля в жизни растений. Проблемы космической биологии / Ю. И. Новицкий // М.: Наука. – 1973. – Т. 18. – С. 164–178.
- Бинги, В. Н. Магнитобиология, эксперименты и модели / В. Н. Бинги. – М.: МИЛТА, 2002. – 592 с.
- Дубров, А. П. Геомагнитное поле и жизнь / А. П. Дубров. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 176 с.
- Кефели, В. И. Рост растений / В. И. Кефели. – М.: Колос, 1973. – 120 с.
- Пирузян, Л. А. О магнитной упорядоченности биологических систем / Л. А. Пирузян, А. А. Кузнецов, В. М. Чижов // Изв. АН СССР. Сер. Биол. – 1980. – № 5. – С. 645–654.
- Новицкий, Ю. И. К вопросу об ориентации корней в геомагнитном поле / Ю. И. Новицкий, М. П. Травкин // Материалы науч.-метод. конф. Химия. Ботаника. Зоология. – 1970. – С. 73–76.
- Деревянко, А. С. О возможном влиянии магнитного поля Земли на сексуализацию энантиоморфных форм растений кукурузы / А. С. Деревянко, Г. Х. Молотовский // Физиол. р-ний. – 1970. – Т. 7, № 6. – С. 1217–1222.
- Новицкий, Ю. И. Реакция растений на магнитные поля / Ю. И. Новицкий. – М.: Наука, 1978. – С. 119–130.
- Чуваев, П. П. О влиянии ориентации семян по сторонам света на скорость их прорастания и характер роста проростков / П. П. Чуваев // Физиол. р-ний. – 1967. – Т. 14, вып. 3. – С. 540–543.
- Сулима, Ю. Г. Биосимметрические и биоритмические явления и признаки у сельскохозяйственных растений / Ю. Г. Сулима. – Кишинев: АН Мол. ССР, 1970. – 148 с.
- Травкин, М. П. Влияние магнитных полей на природные популяции / М. П. Травкин // Реакции биологических систем на магнитные поля. – 1978. – С. 178–198.
- Новицкий, Ю. И. Параметрические и физиологические аспекты действия постоянного магнитного поля на растения: дис. ... доктора биол. наук / Ю. И. Новицкий. – М., 1985. – 339 с.
- Копанев, В. И. Влияние гипогомагнитного поля на биологические объекты / В. И. Копанев, А. В. Шакула. – Л.: Наука, 1985. – 73 с.
- Шиян, Л. Т. Исследование экологической значимости геомагнитного поля (на примере растений) / Л. Т. Шиян // Науч. тр. Курского пед. ин-та. – 1978. – Т. 191. – С. 82–83.
- Чуваев, П. П. Влияние сверхслабого постоянного магнитного поля на ткани корней проростков и на некоторые микроорганизмы / П. П. Чуваев // Материалы II Всес. совещания по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. – 1969. – С. 252–256.

- Семычкин, В. А. Суточный биоритм оптической активности растительных организмов в условиях экрана и действия локального магнитного поля / В. А. Семычкин, М. А. Голубева // Материалы III Всес. симп. «Влияние магнитных полей на биологические объекты». – 1975. – С. 183.
- Богатина, Н. И. Асимметрия роста проростков пшеницы в связи с магнитотропизмом / Н. И. Богатина, В. М. Литвин, М. П. Травкин // Флора и растительность среднерусской лесостепи: Межвузовский сб. науч. тр. – 1984. – С. 117–125.
- Новицкий, Ю. И. Исследование роста отрезков колеоптилей ржи в магнитных полях разной напряженности и градиента / Ю. И. Новицкий, Е. В. Тихомирова // Материалы III Всес. симп. «Влияние магнитных полей на биологические объекты». – 1975. – С. 192–193.
- Богатина, Н. И. Изменения гравитропической реакции, вызванные постоянным магнитным полем / Н. И. Богатина, Н. В. Шейкина, Е. Л. Кордюм // Биофиз. вестник. – 2006. – № 17 (1). – С. 78–82.
- Богатина, Н. И. Зависимость реакции биологических объектов на магнитные поля от их шумов (полей), возможное влияние на процессы эволюции / Н. И. Богатина, В. М. Литвин, М. П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1987. – № 4. – С. 64–69.
- Влияние флуктуаций геомагнитного поля и его экранирования на ранние фазы развития высших растений / Р. Д. Говорун [и др.] // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 738–744.
- Фомичева, В. М. Проллиферативная активность и клеточная репродукция в корневых меристемах гороха, чечевицы и льна в условиях экранирования геомагнитного поля / В. М. Фомичева, Р. Д. Говорун, В. И. Данилов // Биофизика. – 1992. – Т. 37, № 4. – С. 745–749.
- Фомичева, В. М. Исследование кинетики репродукции меристематических клеток при уменьшении напряженности окружающего магнитного поля / В. М. Фомичева, Н. И. Богатина, Б. И. Веркин // Роль низших организмов в круговороте веществ в замкнутых экологических системах. – 1979. – С. 321–327.
- Влияние слабых магнитных полей на скорость роста, сухую массу и скорость клеточной репродукции гороха / Н. И. Богатина [и др.] // ДАН УССР. Серия Б. – 1979. – № 6. – С. 460–463.
- Богатина, Н. И. Возможные механизмы действия магнитного, гравитационного и электрического полей на биологические объекты, аналогии в их действии / Н. И. Богатина, В. М. Литвин, М. П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1986. – № 1. – С. 64–70.
- Кондрачук, А. В. Высокоградиентные магнитные поля как способ моделирования воздействия гравитации на растения / А. В. Кондрачук, Н. А. Белявская // Косм. наука и технология. – 2001. – № 5/6. – С. 100–101.
- Influence of nonuniform magnetic fields on orientation of plant seedlings in microgravity conditions / G. S. Nechitailo [et al.] // Advances in Space Research. – 2001. – Vol. 28 (4). – P. 639–643.