

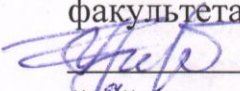
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

СОГЛАСОВАНО

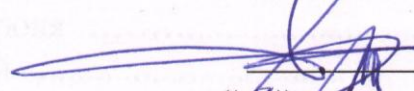
Председатель методической
комиссии агротехнологического
факультета

 О.А.Порхунцова

«7» сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан агротехнологического
факультета

 Н.А.Дуктова

«7» сентября 2023 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА.
ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЖЕНИЯ»**

для специальности 1-74 02 01 Агрономия

Составители:

Шершнева Е.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия УО БГСХА
Мастеров А.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия УО БГСХА

Рассмотрен и утвержден на заседании научно-методического
совета академии 24. 09 2023 г. протокол № 1 *Рес. - А - 18 - 23*

**Горки
БГСХА
2023**

Рецензенты:

Кожаневский О.Ч., декан агрономического факультета учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Таранов А.А., директор РУП «Институт плодоводства», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения: учебно-методический комплекс / Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия. Сост. Е. И. Шершнева, А. С. Мастеров. – Горки, 2023. – 126 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка.....	4
1. Теоретический раздел.....	6
1.1. Примерный тематический план лекций.....	7
1.2. Опорный конспект лекций.....	7
2. Практический раздел.....	33
2.1. Примерный тематический план практических занятий.....	33
2.2. Дидактические материалы по учебной дисциплине для выполнения практических занятий.....	34
2.3. Демонстрационный материал.....	104
3. Раздел контроля знаний.....	105
3.1. Формы контроля.....	105
3.2. Вопросы текущего контроля	105
3.3. Критерии оценки знаний	106
4. Вспомогательный раздел.....	107
4.1. Учебная программа.....	107
4.3. Учебно-методическая литература.....	135

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методический комплекс (УМК) – совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих дидактических средств обучения по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения» учебного плана специальности 1-74 02 01 Агрономия, способствующих эффективному освоению студентами учебного материала дисциплины и необходимых для организации и осуществления учебного процесса.

Цель УМК – повышение качества учебно-методического обеспечения учебного процесса, включая самостоятельную аудиторную и внеаудиторную работу студентов, путем обеспечения организационной и содержательной целостности дидактических средств обучения по учебной дисциплине в целях достижения требований образовательных стандартов высшего образования.

Задачи УМК:

- целостное и качественное учебно-методическое обеспечение дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения», отвечающее современным требованиям в формировании системы профессиональных компетенций будущих специалистов;
- обеспечение учебного процесса современными учебными материалами, способствующими повышению качества подготовки специалистов;
- формирование навыков самостоятельной работы студентов с информацией, рациональной организации учебного труда, выработки оптимального алгоритма самостоятельного изучения материала;
- содействие реализации системы контроля и самоконтроля результатов обучения, их коррекции и оценки.

Функции УМК:

- реализация учебно-методического комплексного обеспечения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения»;
- объединение различных дидактических средств обучения и подчинение их общим целям образовательного процесса;
- конкретизация требований к содержанию дисциплины «Защита почв от эрозии», к знаниям, умениям и навыкам студентов согласно образовательного стандарта специальности 1-74 02 01 Агрономия;
- стимулирование самостоятельного изучения студентами учебного материала.

При разработке УМК концептуальным является системно-деятельностный подход, с позиций которого, обучение рассматривается как целостный процесс с учетом требований современной дидактики:

- детерминирование и обеспечение учебно-познавательной деятельности студентов, согласно которому определяется целевая программа действий студентов и обеспечивается соответствующими средствами обучения, а также создаются условия для самоконтроля знаний студентов и их возможной коррекции;

– эффективность позволяет обеспечить связь между целями и результатами обучения при непрерывном контроле, над ходом достижения поставленных целей;

– единство инвариантного и вариативного обеспечивает возможность последовательного совершенствования содержания и формы УМК с целью соответствия современным требованиям к подготовке специалистов.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения» направлен на получение теоретических знаний и практических навыков по программе курса и имеет своей целью оказание учебно-методической помощи студентам в успешном изучении дисциплины. Учебно-методический комплекс является, прежде всего, набором учебно-методических материалов, лежащих в основе организации учебного процесса по изучению энергосбережения в сельском хозяйстве. Содержание учебно-методического комплекса по дисциплине построено на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности 1-74 02 01 Агрономия.

Рекомендации по работе с УМК

Для формирования устойчивых знаний, умений и навыков по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения» прежде всего, осуществляется знакомство с теоретическим разделом УМК, после чего навыки и умения закрепляются во время лабораторных занятий. Дополнительная информация, необходимая для расширенного восприятия вопросов, содержащихся в их перечне, может (и должна) быть получена при самостоятельной работе с литературными источниками, рекомендуемыми во вспомогательном разделе УМК, а также обсуждении и закреплении материала на индивидуальных консультациях, при написании реферата.

УМК выполнен в печатном виде и на электронном носителе.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Примерный тематический план лекций

по учебной дисциплине
для специальностей 1-74 02 01 Агрономия,
1-74 02 02 Селекция и семеноводство
очной (полной) формы получения образования

№ п.п.	Тема лекции	Кол-во часов
1	Энергия и ее роль в жизни общества	2
2	Энергосбережение в Республике Беларусь	2
3	Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	3
4	Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	3
	ВСЕГО	10

для специальностей 1-74 02 01 Агрономия
очной (сокращенной) формы получения образования

№ п.п.	Тема лекции	Кол-во часов
1	Энергия и ее роль в жизни общества. Энергосбережение в Республике Беларусь	2
2	Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	2
3	Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	2
	ВСЕГО	6

для специальности 1-74 02 01 Агрономия
зачной формы получения образования

№ п.п.	Тема лекции	Кол-во часов
1	Энергия и ее роль в жизни общества. Энергосбережение в Республике Беларусь	0,5
2	Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	0,5
3	Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	1
	ВСЕГО	2

1.2. ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ЛЕКЦИЯ 1. Тема: Энергия и ее роль в жизни общества (2 ч.)

1. Основные понятия в энергосбережении.
2. Характеристика энергетических ресурсов.
3. Виды топлива и их характеристика.
4. Энергия и ее виды. Способы получения и преобразования энергии.

1. Основные понятия в энергосбережении

Энергосбережение – это организационная научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода топливно-энергетических ресурсов.

Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) – совокупность всех природных и преобразованных видов топлива и энергии.

Вторичными энергетическими ресурсами – энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе. Например, пар, который получается в технологическом процессе после теплообмена, может быть использован для обогрева помещений.

Исключаемые энергетические ресурсы – накопленные в недрах нашей земли запасы веществ и соединений, способные при определенных условиях высвободить энергию. Несмотря на то, что процесс накопления нефти, газа, угля длится уже миллионы лет запасов углеродного топлива на планете не так уже и много. Например, за один год в мире расходуется такое количество нефти на образование, которого требовалось до 3 млн. лет. На данный момент считается, что в мире осталось запасов нефти на ближайшие 70 лет.

Возобновляемые энергетические ресурсы – энергетические ресурсы рек, водохранилищ, ветра, солнца, биомассы, возобновляемые в ходе естественных природных процессов.

Показатель эффективности – абсолютная или удельная величина потребления ТЭР на производство единицы продукции, работы и услуг любого назначения, установленная нормативными документами.

Пользователи ТЭР – субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированных на территории РБ, юридические и физические лица, использующие ТЭР.

Производители ТЭР – субъекты хозяйствования, независимо от формы собственности, зарегистрированные на территории РБ в качестве юридических лиц, для которых любой из видов ТЭР, используемых в республике, является товарной продукцией.

2. Характеристика энергетических ресурсов

Основу классификации энергоресурсов составляет их деление по источникам получения на первичные (геологические) и вторичные (побочные).

Первичные энергоресурсы бывают

– по способам использования:

- 1) топливные,
- 2) нетопливные.

– по признаку сохранения запасов:

- 1) возобновляемые,
- 2) невозобновляемые.

– в природопользовании:

1) участвующие в постоянном обороте и потоке энергии (солнечная, космическая и т. д.)

2) депонированные энергетические ресурсы (нефть, газ и т. д.)

3) искусственно активированные источники энергии (атомная и термоядерная энергии)

В экономике первичные энергетические ресурсы делятся на:

1) *Валовой ресурс* – представляет суммарную энергию, заключенную в данном виде ресурса.

2) *Технический ресурс* – энергия, которая может быть получена из данного вида энергоресурса при существующем развитии науки и техники.

3) *Экономический ресурс* – энергия, получение которой из данного вида ресурса экономически выгодно при существующем соотношении цен на оборудование, материалы, рабочую силу.

Выход вторичных энергетических ресурсов – количество вторичных энергоресурсов, которые образовались в данной установке за определенную единицу времени и годны к использованию в данный период времени.

Выработкой за счет вторичных энергетических ресурсов называется количество тепла, холода, электроэнергии, полученные за счет ВЭР в утилизационной установке.

Виды выработки за счет ВЭР бывают:

1. Возможная выработка, т. е. максимальное количество энергии, которое можно получить при работе установки

2. Экономически целесообразная, т. е. выработка с учетом ряда экономических факторов (себестоимость, затраты труда и т. д.)

3. Планируемая выработка – количество энергии, которую предполагается получить в определенный период

4. Фактическая – энергия, реально полученная за отчетный период.

Основными направлениями использования вторичных энергетических ресурсов являются:

А) топливное – в качестве топлива

Б) тепловое – в качестве тепла или для выработки тепла

В) силовое – когда они используются в виде электрической или механической энергии

Г) комбинированное – используются как электрическая энергия и тепло
К не восполняемым энергетическим ресурсам относят:

1. Каменный уголь. 2. Нефть. 3. Природный газ. 4. Торф.

К восполняемым ресурсам относят энергию:

1. Солнца. 2. Мирового океана. 3. Рек. 4. Ветра. 5. Соленой воды. 6. Морских водорослей. 7. Вырабатываемую из биомассы. 8. Твердых бытовых отходов. 9. Геотермальных источников

3. Виды топлива и их характеристика

Минеральное топливо – основной источник энергии в современном хозяйстве и важнейшее промышленное сырье.

Топливо подразделяется на следующие группы:

- твердое;
- жидкое;
- газообразное;
- ядерное.

Твердое топливо.

1. Древесина, другие продукты растительного происхождения (солома, стебли кукурузы и т. д.);
2. Уголь (с его разновидностями: каменный, бурый)
3. Торф.
4. Горючие сланцы.

Ископаемые твердые топлива являются продуктом разложения органической массы растений. Торф, представляет собой плотную массу, образовавшуюся из перегнивших остатков болотных растений. Бурые угли при длительном хранении на воздухе частично окисляются и распадаются в порошок. Каменные угли, обладают повышенной прочностью и меньшей пористостью. Горючие сланцы представляют собой полезное ископаемое, дающее при сухой перегонке значительное количество смолы, близкой по составу к нефти.

Жидкое топливо. Получают путем переработки нефти в результате нагрева до 300–370 °С.

1. Бензин.
2. Керосин.
3. Дизельное топливо.
4. Мазут.

Газообразное топливо.

1. Природный газ
2. Сжиженный газ (при первичной переработке нефти)
3. Коксовый и доменный газ (на металлургических заводах)
4. Метан (на угольных шахтах)
5. Генераторные газы (путем газификации)
6. Биогаз (путем анаэробной ферментации (сбраживания) органических отходов)

Ядерное топливо.

1. Уран.

Для сопоставления эффективности различных видов топлива и их суммарного учета применяют понятие Условное топливо – единица учета органического топлива.

В качестве единицы условного топлива применяется 1 кг топлива с теплотой сгорания 7000 ккал на кг (29,3 МДж на кг), что соответствует хорошему малозольному сухому углю.

4. Энергия и ее виды. Способы получения и преобразования энергии

Энергия – представляет собой общую количественную меру движения и взаимодействия всех видов материи.

Для производственной деятельности и бытовых нужд люди используют в основном 6 видов энергии:

1. Механическая энергия – получается путем преобразования электрической энергии в электрических (электродвигателя) или тепловых (двигатели внутреннего сгорания, паровые турбины) машинах.

2. Тепловая энергия – энергия неупорядоченного движения и взаимодействия молекул веществ. Получается чаще всего при сжигании различных видов топлива, широко применяется для отопления, проведения многочисленных технологических процессов (нагревания, плавления, сушки, выпаривания, перегонки и т. д.)

3. Химическая энергия – энергия, запасенная в атомах веществ, которая высвобождается или поглощается при химических реакциях между веществами. Химическая энергия либо выделяется в виде тепловой при проведении экзотермических реакций (горение топлива), либо преобразуется в электрическую в гальванических элементах и аккумуляторах.

4. Электромагнитная энергия – энергия электромагнитных волн, т. е. движущихся электрического и магнитного полей. Она включает видимый свет, инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские лучи и радиоволны.

5. Ядерная энергия – энергия, локализованная в ядрах радиоактивных веществ. Она высвобождается при делении тяжелых ядер (ядерная реакция) или синтезе легких ядер (термоядерная реакция).

6. Электрическая энергия – энергия движущихся по электрической цепи электронов (электрического тока). Она применяется для получения механической энергии с помощью электродвигателей и осуществления механических процессов обработки материалов, для проведения электрохимических реакций, получения тепловой энергии в электронагревательных устройствах и печах.

Предприятия, на которых производится тепловая и электрическая энергии:

1. *Тепловая электростанция (ТЭС)* на углеводородном топливе. Бывает трех видов:

КЭС – производит только электрическую энергию (КПД 35–40 % из-за потерь тепла, которое выбрасывается в атмосферу)

ТЭЦ – производит электрическую и тепловую энергию (КПД 60–70 % и более).

ТЭЦ с парогазовой установкой (ПГУ). Совместная работа газовой и паровой турбин позволяет увеличить КПД ТЭЦ до 80 % и более.

2. *Гидроэлектростанция* – это комплекс гидротехнических сооружений и энергетического оборудования, посредством которых энергия водных потоков расположенных на относительно более высоких уровнях водоемов преобразуется в электрическую энергию.

3. *Атомная электростанция* – источник теплоты на АЭС является ядерный реактор, в котором энергия выделяется делением ядерного топлива, обладающего высокой теплотворной способностью.

4. *Районные или производственные котельные* – предназначены для централизованного теплоснабжения жилищно-коммунального хозяйства или самого предприятия.

5. *Ветроэнергетические установки (ВЭУ)* – область техники, использующая энергию ветра для производства энергии, путем вращения ветроколеса и передачи энергии генератору.

6. *Биоэнергетические установки* – способ получения биогаза путем метанового брожения в реакторах-метантенках.

7. *Солнечная электростанция* – сооружение, состоящее из множества солнечных коллекторов, которые передают солнечную энергию жидкоститеплоносителю, которая, превратившись в пар поступает на турбину энергогенератора.

ЛЕКЦИЯ 2. Тема: Энергосбережение в Республике Беларусь (2 ч.)

1. Характеристика топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь.

2. Топливо-энергетические ресурсы Беларуси.

4. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь

5. Энергосбережение в топливно-энергетическом комплексе.

1. Характеристика топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь

Топливо-энергетический комплекс Республики Беларусь включает в себя предприятия по добыче, заготовке имеющихся и закупке недостающих полезных ископаемых, преобразованию их в электро или тепловую энергию и распределению по потребителям.

Основная **цель** ТЭК – надежное и эффективное энергообеспечение всех отраслей экономики и населения, обеспечивающее производство конкурентоспособной продукции на уровне мировых стандартов.

Приоритетными задачами ТЭК являются:

- повышение уровня энергетической безопасности и независимости страны;
- максимально целесообразное использование собственных энергоресурсов
- снижение удельных затрат на производство, транспортировку и потребление энергоресурсов;

– повышение финансовой устойчивости, эффективности функционирования и развития отраслей ТЭК.

Прогнозируется, что к 2025 году за счет увеличения использования местных видов топлива и возобновляемых источников энергии доля собственных энергоресурсов должна составить не менее 28 %.

Министерство энергетики – республиканский орган государственного управления, реализующий функции государственного регулирования по обеспечению топливно-энергетическими ресурсами.

Министерству энергетики подчиняются:

– Государственное учреждение «Дирекция строительства атомной электростанции». Генератор энергии на АЭС – атомный реактор, в котором атомная энергия преобразуется в электрическую. Первый блок АЭС введен в эксплуатацию 2 июня 2021 год, второй – в апреле 2023 года. Располагается АЭС в 18 км от города Островец Гродненской области.

Основной партнер Республики Беларусь в проекте по строительству АЭС – российская компания «Атомстройэкспорт», в качестве поставщиков выступают белорусские производственные организации.

– Государственное производственное объединение по топливу и газификации «Белтопгаз». Данное объединение занимается снабжением потребителей природным и сжиженным газом, а также твердым топливом. Объединение обслуживает промышленные предприятия, объекты социального и коммунального назначения, сельскохозяйственный сектор, подает газ в квартиры и жилые дома; отвечает за производство топливных брикетов и других видов топлива.

– Государственное производственное объединение электроэнергетики «Белэнерго». Предприятия, входящие в состав «Белэнерго» вырабатывают для потребителей тепловую и электрическую энергию. Сюда входят электростанции, котельные, электрические и тепловые сети, которые связаны общностью режима работы на территории всей республики.

Кроме того в ТЭК страны входит:

– Белорусский государственный концерн по нефти и химии «Белнефтехим». Концерн объединяет предприятия и организации по добыче, переработке и транспортировке нефти, нефтепродуктообеспечению, химии и нефтехимии, ряд научных и проектно-конструкторских организаций.

– ОАО «Газпром Трансгаз Беларусь». Данная организация обеспечивает снабжение потребителей республики газом и по магистральным трубопроводам, проходящим по территории республики, осуществляет бесперебойные транзитные поставки российского природного газа в страны ЕС.

2. Топливо-энергетические ресурсы Беларуси

Разберем подробно каждый вид энергоресурса.

1. На сегодняшний день наиболее значимым в общем балансе местных ТЭР является *древесное топливо* (около 32 %). Площадь лесного фонда Беларуси составляет 9248 тыс. га (38 % территории). Общий запас древесины на корню оценивается в 1,56 млрд. куб. метров. Основным лесфондодержателем являет-

ся Министерство лесного хозяйства, в ведении которого находится 85,5 процента лесов республики. В потенциал древесных топливных ресурсов включены дрова, отходы лесозаготовок и деревообработки, насаждения ольхи серой. На душу населения приходится 0,6 га леса или 90 м³ запасов древесины. Годовой объем добычи составляет около 3 млн. т у. т.

2. *Нефть и попутный газ.* Всего насчитывается 61 нефтяное месторождение, которые расположены в зоне Припятского прогиба (Гомельская, часть Могилевской и Минской областей). По состоянию на 2014 год промышленные запасы нефти в Беларуси составляют более 50 млн т, попутного газа 35 млрд м³. Годовая потребность республики в нефти составляет около 20 млн. т., а в настоящее время ежегодно добывается около 1,5 млн тонн нефти или 7 % от необходимого количества.

Основным поставщиком недостающего количества нефти на территорию республики является Россия.

3. *Торф.* В настоящее время разведано более 10 тыс. месторождений, эксплуатируется около 100. Запасы торфа составляют примерно 4 млрд. т. Годовая добыча торфа – 3,5 млн. т. Наиболее богатые его залежи находятся в Брестской, Витебской и Минской областях. В Беларуси действует более 65 торфопредприятий. Крупнейшие из них – Светлогорское и Березовское.

4. Разведанные запасы бурых углей в Беларуси составляют около 150 млн. т. Наиболее перспективными для промышленного освоения являются месторождения, расположенные в западной части Гомельской области, однако на данный момент запасы не добываются в связи с высокими экономическими затратами.

5. Прогнозные ресурсы горючих сланцев в Припятском бассейне составляют 11 млрд т. Однако добыча их так же нецелесообразна из-за высокой стоимости получаемых продуктов.

6. *Гидроэнергетические ресурсы.* Потенциальная мощность всех водотоков Беларуси составляет 850 МВт. На сегодняшний день в Беларуси действует 51 гидроэлектростанция (ГЭС), суммарная мощность которых составляет 34,6 МВт. Самая крупная Гродненская ГЭС имеет установленную мощность около 17 МВт. Использование гидропотенциала осуществляется путем сооружения новых, реконструкции и модернизации малых гидроэлектростанций.

7. *Ветроэнергетический потенциал.* На территории республики выявлено 1800 площадок для размещения ветроустановок с теоретически возможным энергетическим потенциалом более 1600 МВт. В 2014 году суммарная установленная мощность 45 ветроэнергетических установок составляла около 23 МВт. Самая крупная ВЭУ мощностью 1,5 МВт расположена вблизи д. Грабники Новогрудского района гродненской области.

К сожалению, энергия ветра пока еще не в состоянии давать электроэнергию в больших количествах. Связано это с тем, что средняя скорость ветра по республике не превышает 4,1 м/с, а при таких скоростях энергетический потенциал ветра считается небольшим. Однако они могут быть особо эффективны и экономичны для мелкого пользования.

8. *Солнечная энергия.* Энергетический потенциал использования солнечной энергии составляет в Беларуси около 70 млн. т у. т. Однако ежегодно объем использования солнечной энергии составляет 3 тыс. т у. т.

С учетом климатических условий Республики основными направлениями использования энергии солнца будут гелиоводонагреватели и различные гелиоустановки для использования сушки и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и других бытовых целей.

В настоящее время в республике функционирует более 170 гелиоводонагревателей общей тепловой мощностью более 1,5 МВт и 14 фотоэлектростанций общей электрической мощностью более 5 МВт.

Основные недостатки ВИЭ, сдерживающие их продвижение на энергетический рынок:

- нестабильность (суточная и сезонная) энергетических потоков (солнце, ветер, гидро);
- низкая плотность энергетических потоков.

В результате – большие площади приемников, высокая материалоемкость и высокая стоимость производимой энергии.

9. *Коммунальные отходы и осадки сточных вод.* Потенциальная энергия, заключенная в коммунальных отходах, образующихся на территории Республики Беларусь, равноценна 470 тыс. т у. т. Ежегодно используется около 20 т у. т.

10. *Отходы растениеводства.* Общий потенциал отходов растениеводства оценивается до 1,46 млн. т у. т. в год.

В 2009 год из 8000 тыс. т полученных из зерновых и зернобобовых культур свободные ресурсы соломы составили 957,1 тыс. тонн, что эквивалентно 230 тыс. т у. т., которые могут быть использованы в качестве топлива. Так например, один рулон соломы весом 330 кг может заменить 140 л дизельного топлива.

11. *Этанол и биодизельное топливо.* Потенциальные запасы составляют по республике около 1 млн т у. т. Ежегодно производится около 15 тыс. т у. т.

Беларусь имеет значительный потенциал для внедрения технологий производства топливного этанола. Для его получения могут использоваться отходы сахарного производства, крахмальной и целлюлозной промышленности.

12. *Лигнин и фитомасса.* Запасы данных энергоресурсов по республике оценивается в 1,5 млн. т у. т. Ежегодно используется для различных целей около 100 тыс т у. т.

Таким образом, анализируя ситуацию с топливом и энергопотреблением в Республике Беларусь надо отметить, что в основном энергетика ориентирована на импорт энергоносителей: нефти на 90 %, угля – 95 %, электроэнергии – 25 %, природного газа – 100 %.

Дефицит собственных ТЭР и постоянный рост цен на энергоресурсы вызывает необходимость энергосбережения во всех сферах человеческой деятельности.

3. Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь

Стратегия развития энергетического потенциала РБ разработана на 2020–2025 годы в целях дальнейшего развития и совершенствования правовых, организационных, экономических, технических и технологических условий для обеспечения эффективного развития энергетического потенциала Беларуси.

Приоритетами Стратегии являются:

1. повышение уровня энергетической безопасности страны;
2. полное, надежное обеспечение населения и экономики республики энергоресурсами;
3. снижение удельных затрат на производство, транспорт и потребление энергоресурсов;
4. максимально целесообразное использование собственных энергоресурсов;
5. повышение финансовой устойчивости, эффективности функционирования и развития отраслей ТЭК.

Стратегия развития энергетического потенциала будет **базироваться на:**

- ускоренном развитии и обновлении отраслей ТЭК;
- внедрении энергоэффективных технологий;
- развитию энергетических источников на местных видах ТЭР и возобновляемых источниках энергии;
- выборе надежных и экономически выгодных поставщиков ТЭР за пределами республики;
- рациональной структуре энергетических мощностей и систем транспорта энергоносителей;
- максимально возможном увеличении собственной минерально-сырьевой базы;
- использовании геополитического положения республики для транзита всех видов энергоносителей, а также экспорта ТЭР собственного производства;
- проведении активной инвестиционной политики;
- ценовой и налоговой политике, обеспечивающей ликвидацию диспропорций в ценах (тарифах) на энергоносители.

4. Энергосбережение в топливно-энергетическом комплексе

Энергосбережение – это организационная научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода топливно-энергетических ресурсов.

Структура управления энергосбережением в республике следующая:

- Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору;
- Областные и Минское городское управление по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов;
- Координационный межведомственный совет по энергосбережению и эффективному использованию местных топливных ресурсов;
- Экспертный совет при Государственном комитете по энергосбережению и энергетическому надзору;

– Государственные предприятия «Белэнергосбережение» и «Белинвестэнергосбережение».

– в обл, гор и райисполкомах – штатные единицы ответственных за энергосбережение.

По мнению специалистов, только в сельском хозяйстве возможно сэкономить до 50 % от затрачиваемой энергии, а в некоторых производствах строительной индустрии – и того больше. При этом во многих случаях мероприятия по внедрению энергосберегающих технологий не требуют больших финансовых затрат, так как расходы на производство 1 т у. т. первичной энергии в 3–4 раза больше, чем на ее сбережение.

Основные направления и мероприятия по экономии энергоресурсов:

– переход на энергосберегающие технологии производства, повышение уровня организации производства, сокращение материалоемкости выпускаемой продукции;

– совершенствование структуры энергетического оборудования, демонтаж и реконструкция устаревшего оборудования;

– разработка и внедрение более эффективного энергопотребляющего оборудования;

– сокращение потерь и повышение использования вторичных топливно-энергетических ресурсов;

– применение комбинированных энерготехнологических процессов

– улучшение качества топлива и энергии;

Применение данных мероприятий позволит не только экономить энергетические ресурсы, но и решать вопросы охраны окружающей среды.

ЛЕКЦИЯ 3–4. Тема: Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства (3 ч.)

1. Учет расхода топливно-энергетических ресурсов.
2. Основы энергетического менеджмента и аудита.
3. Энергетический баланс.
4. Экологические проблемы, связанные с применением топливно-энергетических ресурсов.
5. Мероприятия по охране окружающей среды
6. Энергосбережение в промышленности.
7. Энергосбережение в строительном комплексе.
8. Энергосбережение в химической и нефтехимической отрасли.
9. Энергосбережение в энергетике
10. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве.

1. Учет расхода топливно-энергетических ресурсов

1.1. Количество израсходованной пользователем *воды* определяется по показаниям водосчетчиков. При невозможности такого учета по причинам, не зави-

сящим от пользователя (неисправность прибора, коррозия циферблата и т. д.) количество использованной воды определяется по среднему суточному расходу за предыдущие два месяца, когда прибор учета находился в рабочем состоянии.

В таком же порядке определяется количество израсходованной пользователем воды в следующих десяти случаях:

1. При обнаружении снятия или повреждения абонентом пломб.
2. При обнаружении самовольного присоединения к коммунальному водопроводу без разрешения предприятий ЖКХ.
3. Не выполнения предписаний предприятия ЖКХ в указанный срок.
4. При самовольном снятии и переносе приборов учета воды.
5. При самовольном снятии или повреждении пломб на задвижках, гидрантах, пожарных кранах.
6. За неустановку приборов учета воды по требованию предприятия ЖКХ.
7. При самовольном пользовании пожарными гидрантами и кранам
8. За подключение шлангов к уличным водозаборным колонкам
9. При подключении шлангов к водопроводу для полива приусадебных участков при отсутствии водосчетчика.
10. Отказа или предоставления предприятиями, учреждениями и организациями фиктивных сведений о водопотреблении, необходимых для расчета за водопользование.

1.2. Количество *газа*, отпущенного предприятиям за календарный месяц, определяется на основании двухсторонних актов, основанных на показаниях приборов учета расхода газа, установленных у потребителей.

Количество газа, использованного для нужд пищевого приготовления, горячего водоснабжения, отопления и кормоприготовления определяются:

- в домах (квартирах), оборудованных счетчиками – по показаниям счетчиков;
- в необорудованных счетчиками – по государственным нормам.

1.3. Отпуск *электроэнергии* регулируется централизованно, а потребление – главным образом вручную при помощи отключения приборов или уменьшения их потребляемой мощности реостатами, автотрансформаторами.

В некоторых случаях применяются автоматические отключатели, оборудованные часовыми механизмами (реле времени), например, в коридорах общественных зданий, подъездах.

1.4. Регулирование отпуска *тепловой энергии* на отопление, в основном для малых зданий, осуществляется в автоматическом режиме регуляторами различного типа.

2. Основы энергетического менеджмента и аудита

Энергетический менеджмент – совокупность технических и организационных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования энергоресурсов и является частью общей структуры управления предприятием.

Основными функциями энергетического менеджмента являются:

1) взаимодействие с энергопотребителями и энергоснабжающими организациями;

2) обработка и предоставление информации об энергопотреблении по отдельным структурным подразделениям;

3) подготовка предложений по энергосбережению;

4) запуск энергосберегающих проектов и управление ими;

5) проведение разъяснительной работы с персоналом предприятия.

Энергетический аудит – это обследование предприятия с целью сбора информации об источниках энергии, ее удельном потреблении на единицу выпускаемой продукции, разработка рекомендаций и технических решений по снижению энергетических затрат.

Энергетический аудит может быть:

1) предварительным и подробным;

2) простым или сложным;

3) разовым;

4) периодическим или постоянным.

Предварительный аудит – анализ потребления энергии определенным участком производства за определенный промежуток времени.

Подробный аудит – сбор и запись полной информации о потреблении энергии на каждом участке производства за каждый временной период с расчетами энергетических балансов и эффективности

Простой аудит – определение наиболее значимых энергоэффективных мероприятий, внедрение которых позволит получить в короткое время значительный экономический эффект.

Сложный аудит – выявляет не только внутренние резервы экономии ТЭР, но и влияние различных внешних факторов.

Разовый аудит – проверка расходования ТЭР в нестандартных ситуациях

Периодический аудит – проводится не реже 1 раза в 5 лет

Постоянный аудит – продолжается непрерывно с целью недопущения отклонения фактических параметров от установленных нормативными документами.

После проведенного аудита осуществляется мониторинг и планирование необходимых мероприятий по устранению выявленных недостатков в энергопотреблении.

Энергетический аудит производится с целью получения общей характеристики предприятия и данных, необходимых для оценки экономии энергоресурсов.

В общей характеристике предприятия отражается:

- отраслевая принадлежность
- номенклатура продукции и фактические удельные расходы
- источники и схема энергоснабжения
- показатели суточных графиков электрической нагрузки
- доля энергетической составляющей в себестоимости продукции
- организационная структура энергослужбы

- состояние энергетической отчетности

Для *оценки эффективности энергоиспользования* проводится обследование по следующим шести направлениям:

1. Состояние технического учета.
2. Состояние нормирования ТЭР.
3. Определение резервов экономии ТЭР.
4. Перечень и краткое описание важнейших мероприятий по экономии ТЭР, намеченных на текущий год.
5. Выявленные источники нерационального расходования ТЭР и оценка величины потерь.
6. Основные показатели, характеризующие состояние энергоиспользования на предприятии.

3. Энергетический баланс

Энергетический баланс является основным инструментом энергетического менеджмента и наиболее полной характеристикой энергетического хозяйства предприятия.

При составлении баланса рассматриваются виды потребляемой энергии, производится количественное измерение потребления ТЭР на все цели, в том числе и потери. В зависимости от признаков энергетические балансы делятся:

- ✓ **по назначению** – на отчетные и плановые
- ✓ **по видам энергоносителей** – на частные и сводные
- ✓ **по объектам изучения** – на балансы отдельных видов технологического оборудования, цехов и предприятия в целом
- ✓ **по принципам составления** – на аналитические, синтетические, нормализованные и оптимальные
- ✓ **по принципам оценки использования топлива и энергии** – энтропийные (процесс превращения топлива в энергию), эксергетические (максимально возможная работа)

Отчетные балансы – отражают фактические показатели производства и потребления энергии и топлива в истекшем периоде и качественный уровень их использования.

Плановые балансы – основная форма планирования энергопотребления и энергопользования на предстоящий период.

Аналитические балансы отражают глубину и характер использования энергоносителей.

Оптимальный энергетический баланс – такой вариант, при котором объем планируемого выпуска продукции осуществляется с минимальными затратами энергии.

4. Экологические проблемы, связанные с применением топливно-энергетических ресурсов

В настоящее время экологические проблемы современности по своим мас-

штабам условно могут быть разделены на локальные, региональные и глобальные. Завод, сбрасывающий без очистки в реку свои промышленные стоки, ненормированные выбросы вредных веществ в атмосферу – это примеры локальных экологических проблем.

Региональная экологическая проблема, например – высокая радиоактивность почв в районах, прилегающих к Чернобылю.

Антропогенное воздействие на природу достигло таких масштабов, что возникли проблемы глобального характера. К основным глобальным экологическим проблемам современности следует отнести:

- изменение климата Земли, парниковый эффект. Ученые считают, что это результат сжигания огромной массы органического топлива и выделение в атмосферу больших количеств углекислого газа, что затрудняет отдачу тепла от поверхности Земли.

- разрушение озонового экрана, возникновение так называемых «озоновых дыр». Именно озон повышает защитные свойства атмосферы против ультрафиолетовой радиации приходящей с солнца. В среднем по земле содержание озона упало с 1979 г. по 1999 г. на 5 %.

- химическое загрязнение атмосферы;

- увеличение автотранспорта.

- загрязнение почв, уменьшение площадей пригодных для сельскохозяйственного применения;

- загрязнение Мирового океана и изменение свойств океанических вод,

- загрязнение поверхностных вод суши;

- продолжающееся накопление на поверхности Земли бытового мусора и всякого рода твердых и жидких отходов; (Нашу цивилизацию называют уже «цивилизацией отходов» или «Эрой одноразовых вещей». Расточительность индустриальных стран проявляется в огромном и растущем количестве сырьевых отходов; США, где на душу населения приходится 600 килограмм мусора в год, - крупнейший производитель бытовых отходов в мире, в Западной Европе и Японии их производится вдвое меньше, но темпы роста бытовых отходов растут везде).

- изменение геохимии ландшафтов в связи с теплоэнергетикой, перераспределением элементов между недрами и поверхностью Земли в результате горно-металлургических работ;

- нарушение глобального и регионального экологического равновесия, соотношения экологических компонентов в прибрежной части суши и моря;

- истощение многих месторождений минерального сырья и постепенный переход от богатых ко все более бедным ископаемым.

5. Мероприятия по охране окружающей среды

Мероприятия по охране окружающей среды, которые способствуют снижению отрицательного влияния энергетических объектов на окружающую среду можно разделить на следующие группы:

- организационно-хозяйственные;

- технологические;
- санитарно-гигиенические;
- конструктивно-производственные.

Организационно-хозяйственные основываются на рациональном размещении энергетических объектов – производителей тепловой и электрической энергии на территории страны. Параллельно с этим должны быть минимизированы энергозатраты на доставку энергоносителей к местам их использования и негативное влияние этих объектов на прилегающие территории.

Технологические мероприятия предполагают создание и использование энергосберегающих технологий при получении основных видов энергии, использование прогрессивных малоэнергоёмких технологических процессов в промышленности, в быту, на транспорте, применение альтернативных ТЭР, что в целом должно обеспечивать снижение доли ископаемых ТЭР и более полное использование их энергетического потенциала.

Санитарно-гигиенические включают нормирование выбросов загрязняющих веществ и развитие законодательной базы, регулирующей эти вопросы на государственном уровне.

Конструктивно-производственные базируются на различных процессах, позволяющих снизить токсичность и вредность дымов, вентиляционных выбросов, сточных вод энергетических предприятий и т. д. Конструктивно-производственные мероприятий подразделяются в свою очередь на химические, физические, механические и биологические мероприятия.

1. Химические методы основаны на связывании вредных веществ химическими реагентами и их превращение в соединения, безопасные для окружающей среды.

2. Физические методы предусматривают улавливание вредных веществ с помощью адсорбентов (активированный уголь, цеолиты)

3. Механические методы базируются на использовании различных фильтров, которые способствуют отделению пылевидных частиц, сажи, жидких примесей, обезвреживанию вредных веществ

4. Биологические методы основаны на применении бактерий, водорослей, зеленых насаждений, которые обеспечивают поглощение вредных веществ.

Так же основные направления охраны окружающей среды от вредного воздействия энергетических объектов можно условно разделить на две группы: активные и пассивные.

Активные методы основаны на применении природосберегающих технологий при генерации энергии. К активным методам относят технологии, которые увеличивают коэффициент использования топлива и соответственно уменьшают количество прямых (зола, шлак) и вторичных (обмывочные воды) загрязнений. Сюда можно отнести применение замкнутых технологических процессов: полное использование золы ТЭС, получение их дымовых газов азота и технической серной кислоты, улавливание нефтемаслопродуктов из отходящих вод и последующее их сжигание.

Пассивные методы предусматривают применение устройств, которые сни-

жают вредность технологического процесса на его конечных стадиях (золоуловители, шумопоглотители) или способствуют их разбавлению до концентраций, меньших предельно допустимых.

6. Энергосбережение в промышленности

Основными направлениями энергосбережения в промышленности являются:

- структурная перестройка предприятий, направленная на выпуск менее энергоемкой, конкурентноспособной продукции;
- специализация и концентрация отдельных энергоемких производств по регионам;
- совершенствование существующих схем энергоснабжения предприятий;
- использование вторичных ресурсов и альтернативных видов топлива
- применение эффективных систем теплоснабжения, освещения, вентиляции, горячего водоснабжения;
- модернизация и техническое перевооружение производств на базе наукоемких ресурсо- и энергосберегающих и экологически чистых технологий;
- реализация крупных комплексных проектов, влияющих на уровень энергопотребления в республике, ее энергообеспеченность и эффективность использования энергии.

7. Энергосбережение в строительном комплексе

Основными направлениями повышения эффективности использования ТЭР и реализации потенциала энергосбережения в строительстве являются:

- внедрение новых и совершенствование существующих технологий в производстве энергоемких строительных материалов, изделий и конструкций;
- автоматизация технологических процессов;
- внедрение энергоэффективных систем освещения жилых и общественных зданий;
- оснащение приборами учета и регулирования расхода основных энергоносителей;
- использование отходов деревообработки и местных видов топлива;
- утилизация вторичных ресурсов.

8. Энергосбережение в химической и нефтехимической отрасли

Приоритетные направления энергосбережения следующие:

- внедрение новых энергоэффективных технологий, оборудования, материалов;
- энергоэффективная утилизация тепла;
- автоматизация технологических процессов, внедрение регулируемых систем переработки нефтехимии;
- установка новых конструктивных турбин всех типов;
- снижение потерь тепла и энергии при технологических процессах.

9. Энергосбережение в энергетике

Основными направлениями в реализации потенциала энергосбережения в энергетике являются:

- реконструкция котельных всех типов;
- восстановление действующих и создание новых малых ГЭС;
- использование комплексных систем тепло- и электроснабжения с использованием вторичных энергоресурсов;
- совершенствование и замена устаревших тепло-, электро-, газо- и водосетей;
- внедрение систем очистки с использованием новых реагентов;
- установка приборов учета ТЭР и их регулирования;
- автоматизация учета электроэнергии и контроля за ним;
- техническое перевооружение тепловых сетей с заменой трубопроводов;
- строительство и ввод в эксплуатацию АЭС.

10. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве

Основные мероприятия по энергосбережению в социальной сфере и жилищно-коммунальном хозяйстве сводятся к следующим:

1. Обеспечение выполнения требований соответствующих государственных стандартов, строительных норм и правил по достижению удельных показателей расхода энергоресурсов.

2. Организация учета расхода энергоресурсов и создание автоматизированных систем управления технологическими процессами электро, тепло, водо и газоснабжения.

3. Применение при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте жилых и общественных зданий проектных решений, конструкции и материалов с повышенной тепловой защитой.

4. Вовлечение в топливно-энергетический баланс местных видов топлива, твердых бытовых отходов и тепла городских стоков.

5. Применение автономных инженерных систем при малоэтажной застройке городов, поселков и в жилых домах сельской местности.

Бытовое энергосбережение делится на три группы:

Освещение. Сокращение энергии на освещение возможно двумя основными путями:

1) уменьшение времени использования светильников, т. е. внедрение современных систем управления, регулирования и контроля осветительных установок;

2) снижение номинальной мощности освещения, т. е. переход к более эффективным источникам света, которые делятся на три группы:

1. Светильники люминесцентные. Преимущества:

- экономия электроэнергии в 6 раз по сравнению с аналогичной лампой накаливания;
- увеличение срока службы на 20 % и более;

– отсутствие электромагнитных помех.

2. *Галогенные светильники.* Преимущества:

- снижение потребления электроэнергии в 2–2,5 раза;
- стабильность светового потока в течении службы;
- яркость света, обеспечивающего хорошую цветопередачу и возможность создания разнообразных цветовых эффектов;
- увеличение в 2 раза срока службы по сравнению с обычными лампами накаливания;
- компактность.

3. *Светильники специального назначения*

- для установки в бассейнах, фонтанах, аквариумах и т. д.;
- антивандальные светильники, т. е. устойчивые к механическим повреждениям;
- натриевые лампы высокого давления, обладающие самой высокой световой отдачей для облучения растений в теплицах.

Электробытовые приборы.

Использование электроэнергии в квартирах можно условно разделить на следующие группы:

- обогрев помещений;
- охлаждение и замораживание;
- освещение;
- стирка белья и мойка посуды;
- аудио- и видеоаппаратура;
- приготовление пищи;
- использование других электроприборов (пылесосов, утюгов и т. д.).

Отопление.

Кроме централизованной системы водяного отопления применяются более энергоэкономические системы. Воздушное квартирное отопление – отопительная система с самостоятельным генератором тепла, которая обслуживается жильцами.

В воздушных системах отопления теплоносителем является воздух, нагретый до температуры, превышающей температуру помещения.

Воздухонагреватели бывают трех типов:

1. С нагревом воздуха горячими газами через металлическую стенку (огневоздушные).
2. С нагревом воздуха горячими газами через воду (водовоздушные).
3. Присоединенные к электрическим сетям.

Мероприятия по энергосбережению в быту можно условно разделить на три группы:

1. Высокозатратные – это утепление стен и кровли.
2. Среднезатратные – это замена окон на стеклопакеты, установка приборов учета, применение местных систем теплоснабжения.
3. Малозатратные:
 - выключение света;
 - замена обычных ламп на энергосберегающие;

- отключение приборов с дистанционным управлением на ночь;
- использование стиральной машины при полной нагрузке;
- установление автоматических выключателей;
- покупка энергосберегающих бытовых приборов;
- утепление окон, дверей и т. д.

ЛЕКЦИЯ 4–5. Тема: Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства (3 ч.)

1. Основные направления энергосбережения в растениеводстве.
2. Основные направления энергосбережения в животноводстве.
3. Энергосбережение при посеве и защите растений.
4. Энергосбережение при обработке почвы и использовании механизированной техники.
5. Энергосбережение и применение удобрений.
6. Энергетическая эффективность процессов уборки, доработки и хранения урожая.
7. Энергосбережение при производстве кормов.
8. Особенности энергосбережения при возделывании основных сельскохозяйственных культур.

1. Основные направления энергосбережения в растениеводстве

Основными направлениями энергосбережения в растениеводстве являются:

- научно обоснованное применение удобрений и средств защиты растений;
 - разработка и внедрение новых энергосберегающих технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур;
 - внедрение энергосберегающей сельскохозяйственной техники;
 - рациональная организация труда и высокая культура производства;
- Энергосбережение в растениеводстве может быть достигнуто следующими путями:
- минимизацией обработки почвы и сокращением количества операций и проходов сельскохозяйственных машин;
 - применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, оборотных плугов и орудий для безотвальной обработки почвы;
 - использованием высокопроизводительных уборочных машин;
 - применение автоматических систем управления технологическими процессами и контроля за ними;
 - спланированной организацией проведения полевых работ;
 - использованием современных высевальных агрегатов, в том числе сеялок точного посева;
 - улучшенным комплектованием машинотракторного парка сельскохозяйственных предприятий;
 - устранение мелкоконтурности полей;

– выбор оптимальных способов движения машинно-тракторных агрегатов и уменьшение затрат топлива на холостой ход.

2. Основные направления энергосбережения в животноводстве

В животноводстве основными направлениями являются:

- учет индивидуальных особенностей животных и обеспечение физиологичности технологических процессов на фермах;
- применение наименее энергоемких средств механизации и электрификации ферм;
- выбор наиболее рациональной технологии производства продукции животноводства и способа содержания животных;
- применение современных средств автоматизации контроля и управления процессами ухода за животными;
- использование альтернативных источников энергии и утилизация вторичных энергетических ресурсов.

3. Энергосбережение при посеве и защите растений

Непосредственно процесс посева сельскохозяйственных культур не связан с существенными энергетическими затратами. Однако своевременный и качественный посев оказывает влияние на конечный выход энергии и общую эффективность технологии возделывания культур. К основным мероприятиям по снижению энергозатрат при посеве относят:

- применение комбинированных сеялок, позволяющих за один проход агрегата выполнять предпосевную обработку почвы и непосредственно осуществлять посев;
- совмещение процессов культивации, боронования и посева позволяющих экономить 30–40 % топлива;
- использование посевных машин, с одновременным внесением минеральных удобрений и последующей заделкой семян боронами или другими машинами;
- использование высококачественных семян с высоким процентом всхожести.

В целях снижения энергозатрат в защите растений рекомендуется:

1. Средства защиты применять только после всесторонней оценки фитосанитарного состояния посевов на каждом конкретном поле, с учетом порогов вредоносности, спектра действия применяемых пестицидов, экономической целесообразности их использования. Энергосберегающий эффект при этом может достигать 12–30 %.
2. Повышать эффективность внесения используемых средств защиты растений путем применения новой техники опрыскивания – мало и ультрамалообъемное опрыскивание, использование малой авиации.
3. Использование опрыскивателей с воздушным поддержанием аэрозоля, позволяющие работать при скорости бокового ветра до 10 м/с. При этом исключая

ется попадание пестицидов на почву и норма расхода средств защиты уменьшается на 15–50 %.

4. Расширять объемы применения альтернативных методов защиты растений (профилактических, агротехнических, биологических и др.).

5. Усовершенствовать механизм и регламентацию проведения тендеров по закупке пестицидов с целью наилучшего удовлетворения потребностей конкретных хозяйств.

4. Энергосбережение при обработке почвы и использовании механизированной техники

Обработка почвы важная и энергоемкая составляющая технологического процесса получения продукции растениеводства. Снижение энергетических затрат при обработке почвы возможно осуществляя следующие мероприятия:

1. Применять минимализацию обработки почвы с учетом биологических особенностей возделываемых культур. Так, например, под такие культуры, как озимая пшеница, картофель, свекла лучше проводить вспашку почвы, тогда как под озимую рожь, овес, ячмень, люпин можно использовать чизельную обработку. Данное мероприятие позволяет примерно на 30 % сократить расход топлива, и на 25 % время на обработку.

2. Выполнять операции по подготовке почвы к посеву одним комбинированным агрегатом вместо применения набора однооперационных машин, что позволяет уменьшить затраты энергии, топлива и труда.

3. Применять для посева комбинированные агрегаты, позволяющие совмещать основную и предпосевную обработку почвы, т. е. обеспечивают за один проход подготовку почвы к посеву или посадке культур. Применение комбинированных агрегатов позволяет снизить расход дизельного топлива на 10–20 %.

4. Уменьшать глубину вспашки с 20–22 см до 16–18 см, что может обеспечить экономию 10–12 % топлива без снижения урожайности сельскохозяйственных культур.

5. Применять оборотные плуги с целью значительной экономии топлива. Использование таких плугов исключает необходимость проведения операций разбивки поля на загоны и регулировки плуга для прохода первой борозды.

6. Чередовать направление вспашки, а так же культиваций и боронований в диагонально-перекрестном направлении относительно пахоты. Данный прием позволяет снижать затраты топлива на выравнивание поверхности поля после вспашки в свал и развал на 4,5–5 кг/га.

7. Использовать почвообрабатывающие машины с активными рабочими органами. Несмотря на высокую энергоемкость, они обеспечивают качественную обработку почвы за один проход, в результате чего может быть достигнута экономия за счет сокращения операций.

Повышение использования эффективности механизированной техники обеспечивается путем:

- эффективного использования тягово-сцепных свойств тракторов;
- полной и равномерной загрузки тракторных двигателей;

– правильной организации энергоемких работ.

Осуществить поставленные задачи можно при помощи проведения следующих мероприятий:

- применения энергонасыщенных тракторов с улучшенными тяговыми характеристиками, в т. ч. гусеничных, а так же тракторов снабженных гидромеханическим механизмом переключения передач, гидронавесными системами;
- правильного подбора сельскохозяйственных машин;
- выбора наиболее экономичных способов и скоростей движения агрегатов;
- применения универсальных энергетических средств;
- современного технического обслуживания.

5. Энергосбережение и применение удобрений

Применение минеральных и органических удобрений – наиболее эффективный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Согласно расчетам ученых института почвоведения и агрохимии для сохранения и повышения плодородия почвы требуется обеспечить положительный баланс гумуса и элементов питания. С целью эффективного применения удобрений необходимо:

1. Сохранить существующую систему известкования кислых почв в объеме 2,0 млн. т доломитовой муки ежегодно (400–420 тыс. га).

2. Обеспечить ежегодное производство и внесение органических удобрений в объеме не менее 40 млн. т. Для этого ежегодно использовать 3,2–3,6 млн. т соломы, 2,8 млн. т торфа, а так же иметь в структуре посевных площадей не менее 10 % пожнивных и поукосных культур, запашка растительных остатков которых позволит дополнительно иметь до 1,54 млн. т органического вещества.

3. Обеспечить применение минеральных удобрений в объеме 1500–1600 тыс. т д. в. для чего необходимо обеспечить ритмичную работу химических предприятий республики и поставки удобрений хозяйствам в течении всего года.

6. Энергетическая эффективность процессов уборки, доработки и хранения урожая

Уборка урожая сельскохозяйственных культур один из наиболее энергоемких процессов и связана с большими потерями продукции и потерями за счет нерационального использования ресурсов и техники. Основные мероприятия по энергосбережению при уборке культур:

- выбор оптимальных способов и маршрутов движения;
- нарезка загонов оптимального размера;
- применение поточно-групповых работ;
- организация работы уборочных бригад;
- правильное комплектование механизированных звеньев;
- четкая организация отвозки урожая.

Пути экономии энергоресурсов при хранении сельскохозяйственной продукции являются:

1. Разработка и освоение производства отечественной холодильной техники.
2. Максимальное использование естественного холода.
3. Автоматизация процессов хранения продукции в хранилищах.
4. Освоение новых энергосберегающих методов хранения продукции с использованием процессов сушки, консервации и хранения в защитной среде и вакуумных технологий.
5. Рациональное размещение, оптимизация объемов и теплотехнических характеристик хранилищ с целью энергосбережения транспортных перевозок и режимов хранения.

Высокой энергоемкостью и большими потерями отличаются процессы доработки урожая сельскохозяйственных культур (сушка, сортировка). Потенциал энергосбережения при переработке сельскохозяйственной продукции может составить 4,2–5,6 % за счет:

- рационализации режимов потребления энергии путем распределения ее в течении рабочего дня соответствующим включением-отключением агрегатов для выравнивания графика нагрузки энергосистем;
- совершенствования и разработки новых способов использования энергетических ресурсов, в том числе регенерации тепла, использования вторичных источников энергии, тепловых насосов и т. д.;
- перехода к ресурсосберегающим и малоотходным технологиям;
- проводить процессы сушки, сортировки на предприятиях с хорошей материально-технической базой, способных провести доработку быстро и в лучшие сроки.

7. Энергосбережение при производстве кормов

Важнейшими задачами энергосбережения при производстве кормов являются:

- снижение затрат энергии на реализацию процессов производства и использования кормов;
- сохранение питательных веществ кормов;
- эффективное использование обменной энергии корма для производства продукции животноводства;

Экономия топлива до 15–20 % и снижение потерь питательных веществ и энергозатрат при заготовке зеленой массы можно получить при:

- правильной регулировки режущего аппарата косилок и полевых измельчителей;
- скорости движения рабочего агрегата;
- полной загрузки тракторных агрегатов и использованием косилок с соответствующей шириной захвата в зависимости от урожайности и объема прицепов;
- скашиванием травы в утренние часы;
- сокращением времени нахождения скошенной травы в поле;
- активным ворошением один-два раза в день.

При заготовке сена ускорение процессов сушки и сохранения питательных веществ обеспечивается установкой на косилки плющильных аппаратов.

При заготовке силоса и сенажа повышение качества корма и снижение затрат топлива на 10–15 % обеспечивается за счет:

- точного соблюдения процесса резки;
- кратчайших сроков загрузки хранилищ;
- уплотнения и герметизации массы.

8. Особенности энергосбережения при возделывании основных сельскохозяйственных культур

Повышение энергетической эффективности технологий в растениеводстве может быть достигнуто двумя способами:

1. Повышением биологического (генетического) потенциала растений за счет селекционной работы и модификаций генофонда.

2. Снижением затрат энергии и повышением эффективности процессов обработки почвы, возделывания, уборки и переработки растений.

Энергетическая эффективность определяется влиянием множества природных, технологических и экономических факторов, таких как:

- 1) генетический потенциал культур и сортов растений;
- 2) климатические условия региона и плодородие почвы;
- 3) степень вовлечения в процесс формирования урожая природной энергии (солнца, воды и воздуха);
- 4) технические и технологические возможности предприятия-производителя;
- 5) выбор специализации, структура севооборотов и использование земель с учетом их потенциального плодородия;
- 6) уровень организации и управления производством;
- 7) социально-экономические условия.

8.1. Зерновые культуры.

Зерновые культуры обладают высокой энергетической эффективностью. При этом наибольший энергетический коэффициент имеет ячмень яровой и овес. Снижение энергетических затрат при возделывании зерновых:

- предпосевная обработка почвы и соблюдение требуемой нормы высева семян и удобрений;
- правильной организации использования всего комплекса машин и транспорта, в том числе их полная загрузка;
- очистка и сушка зерна в хозяйствах повышает сдаточную его цену и рентабельность;
- предварительная очистка зерна от грубого вороха и формирование однородных по влажности партий к сушке позволяет экономить 1,5–2,5 кг топлива на каждую тонну зерна;
- наиболее экономичными считаются шахтные сушилки.

8.2. Кукуруза.

Снижение энергетических затрат при возделывании кукурузы:

- совершенствовать систему защиты растений от сорняков;

- соблюдать сроки уборки на силос – не позже 4–5 дней после заморозков, после чего ее качество резко снижается;
- целесообразно часть кукурузы на силос выращивать на постоянных участках как монокультуру вблизи животноводческих комплексов и ферм.

8.3. Травосеяние.

Снижение энергетических затрат:

- совершенствование структуры видового состава трав;
- переход на одногодичное использование клеверов и двухлетнее использование бобово-злаковых травостоев.

8.4. Рапс.

Снижение энергетических затрат при возделывании рапса:

- расширение площадей под рапсом до 10–12 % от площади пашни, в первую очередь, за счет увеличения посевов озимого рапса и озимой сурепицы, которую успешно можно возделывать на менее плодородных легких почвах и на торфяниках;
- строгое соблюдение технологии возделывания культуры, т. к. нарушения при возделывании рапса приводят к более серьезным потерям, чем у зерновых и зернобобовых культур;
- селекция и внедрение высококачественных, зимостойких сортов озимого рапса.

8.5. Сахарная свекла.

Снижение энергетических затрат при возделывании свеклы:

- стабилизировать в ближайшие годы посевные площади на уровне 100 тыс. га, а в перспективе уменьшить их до 85 тыс. га;
- наращивать мощности сахарных заводов по переработке сырья;
- осуществить пуск сахарных заводов в более ранние сроки при достижении технической спелости корнеплодов (копка с 5 сентября, пуск – с 10 сентября), что позволит переработать в сроки, ранее оптимальных, около 500 тыс. т корнеплодов;
- закладывать на временное хранение корнеплоды в полевые кагаты (около 10–15 % от общего объема заготовки) при соблюдении всей технологии временного хранения.

8.6. Лен.

Снижение энергетических затрат при возделывании льна:

- создать специализированные севообороты льнозаводов на арендованных на длительный срок льнопригодных землях;
- строго соблюдать агротехнические требования возделывания и первичной переработки льна-долгунца;
- обеспечить льноводческий подкомплекс высокопроизводительными машинами (комбинированными посевными агрегатами) и механизмами;
- переориентировать отрасль с сырьевой направленности на продажу готовых льняных изделий;
- обеспечить концентрацию и специализацию производства льнопродукции в хозяйствах с площадью посевов льна не менее 150–250 га.

8.7. Картофель.

Снижение энергетических затрат при возделывании картофеля:

- сочетание калибровки клубней, обогрев и проращивание перед посадкой снижают удельные затраты топлива на 10–12 %;
- рациональный выбор агрегатов, применение комбинированных машин и выполнение части операция в осенний период позволяют уменьшить расход топлива более чем на 33 %
- широкогребневая технология возделывания культуры в 1,4–1,5 раза снижает расход топлива и в 2 раза – посадочного материала.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Примерный тематический план практических занятий

для специальностей 1-74 02 01 Агрономия,
1-74 02 02 Селекция и семеноводство
очной (полной) формы получения образования

для специальностей 1-74 02 01 Агрономия
очной (сокращенной) формы получения образования

№ п.п.	Тема занятия	Кол-во часов
1	Энергия и ее роль в жизни общества	2
2	Энергосбережение в Республике Беларусь	2
3	Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	4
4	Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	4
	ВСЕГО	12

для специальности 1-74 02 01 Агрономия
зачной (полной, сокращенной) формы получения образования

№ п.п.	Тема занятия	Кол-во часов
1	Энергия и ее роль в жизни общества. Энергосбережение в Республике Беларусь	1
2	Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	0,5
3	Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	0,5
	ВСЕГО	2

2.2. Методические материалы для выполнения практических занятий

Тема 1. Энергия и ее роль в жизни общества (2 ч.)

Цель задания: закрепить теоретические знания и практические навыки в определении основных энергетических понятиях.

Задача:

– подготовить реферат по предлагаемым темам.

Темы для рефератов.

1. Роль энергетики в развитии человеческого общества.
2. Эффективность использования энергии в Беларуси.
3. Местные виды топлива – основной энергосберегающий резерв.
4. Возможности и перспективы использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии.
5. Теоретическое обоснование эффективности энергосбережения.
6. Экономия топливно-энергетических ресурсов – важнейшее направление рационального природопользования.
7. Биоэнергетика в странах Европы.
8. Государственные программы в области энергосбережения.
9. Энергосберегающая технология заготовки зерна на фураж.
10. Биогазовые технологии в сельскохозяйственном производстве.
11. Комбинированные агрегаты для минимальной обработки почвы.
12. Энергосбережение при производстве и использовании кормов.
13. Снижение энергоемкости в растениеводстве.
14. Энергетическая эффективность процессов посева, внесения удобрений и применения ядохимикатов.
15. Снижение затрат при уборке, доработке и хранении урожая.
16. Энергосберегающая сушка зерна.
17. Энергосберегающие приемы обработки почвы.
18. Минимализации обработки почвы: реальность и перспективы.
19. Получение энергии из биомассы.
20. Ветроустановки: особенности и перспективы.
21. Ресурсы и перспективы использования в Республике Беларусь нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.
22. Биогазовые технологии на службе сельского хозяйства.
23. Гидроэнергетические ресурсы.
24. Солнечная энергия.
25. Смешанные удобрения – экономия в действии.
26. Использование соломы для повышения плодородия почв.
27. Водородная энергетика.
28. Основные схемы использования водной энергетики.
29. Энергетическая безопасность – независимость государства.
30. Энергосбережение в механизации сельского хозяйства.

Тема 2. Энергосбережение в Республике Беларусь (2 ч.)

Цель задания: закрепить теоретические знания и практические навыки в области энергосбережения.

Задачи:

- освоить методику расчета энергетической эффективности удобрений;
- рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений по индивидуальным заданиям.

Методические указания.

1. Методика энергетического анализа применения удобрений

1.1. Расчет количества энергии, накопленной в основной продукции за счет удобрений

Количество энергии, накопленной в основной сельскохозяйственной продукции, полученной от применения удобрений, определяется по формуле

$$V = Y_{\text{п}} \cdot R_i \cdot l \cdot 100,$$

где V – содержание энергии в основной продукции, МДж;

$Y_{\text{п}}$ – прибавка урожая основной продукции от удобрений, ц/га;

R_i – коэффициент перевода в сухое вещество (табл. 1);

l – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж;

100 – коэффициент перевода центнеров в килограммы.

Таблица 1. Содержание энергии и коэффициент перевода продукции в сухое вещество, ед.

Культуры	R_i	l	$R_i \cdot l$
Озимая рожь (зерно)	0,86	19,49	16,76
Озимая пшеница (зерно)	0,86	19,13	16,46
Озимая тритикале (зерно)	0,86	19,54	16,80
Яровая пшеница (зерно)	0,86	19,31	16,61
Яровая тритикале (зерно)	0,86	19,27	16,57
Ячмень (зерно)	0,86	19,13	16,45
Овес (зерно)	0,86	18,80	16,17
Гречиха (зерно)	0,86	19,38	16,67
Горох (зерно)	0,86	20,57	17,69
Кукуруза (зеленая масса)	0,25	16,39	4,10
Кукуруза (зерно)	0,86	17,60	15,14
Лен (волокно)	0,89	20,24	18,01
Лен, рапс (семена)	0,88	23,50	20,68
Сахарная свекла (корнеплоды)	0,25	18,26	4,56
Картофель (клубни)	0,22	18,29	4,02
Кормовые корнеплоды	0,25	16,39	4,10
Многолетние травы	0,20	18,91	3,78
Однолетние травы	0,20	16,39	3,28
Зернофуражные	0,30	16,19	3,24
Овощные	0,10	14,36	1,44

Так как доля минеральных удобрений в прибавке урожая составляет около 60 %, а органических – около 40 %, то

$$V_{1 \text{ мин}} = V \cdot 0,6;$$

$$V_{2 \text{ орг}} = V \cdot 0,4.$$

1.2. Расчет энергетических затрат, связанных с производством и применением удобрений

Общие энергозатраты включают: энергозатраты на производство, доставку в хозяйство, хранение, подготовку к внесению, погрузку, транспортировку от склада до поля и внесение; затраты, связанные с уборкой, транспортировкой и доработкой дополнительного урожая за счет удобрений.

Энергетические затраты (A_o) на производство минеральных удобрений определяются по формуле

$$A_o = (H_N \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K),$$

где H_N , H_P , H_K – фактическая доза азотных, фосфорных и калийных удобрений, кг/га д. в.;

a_N , a_P , a_K – энергетические затраты на 1 кг д. в. азотных, фосфорных и калийных удобрений, МДж (табл. 2).

Таблица 2. Энергетические эквиваленты химических веществ

Удобрения	Содержание д. в., %	Энергетический эквива- лент, МДж	
		кг д. в.	кг массы
Азотные удобрения			
Сульфат аммония	20,5	80,0	16,40
Аммиачная селитра	34,5	80,0	27,60
Натриевая селитра	16,0	80,0	12,80
Мочевина	46,0	80,0	36,80
Хлористый аммоний	26,0	80,0	36,80
Фосфорные удобрения			
Суперфосфат	19,5	13,8	2,70
Суперфосфат двойной	46,0	13,8	6,40
Фосфоритная мука	19,0	13,8	2,60
Калийные удобрения			
Хлористый калий	60,0	8,8	5,30
Калийная соль	40,0	8,8	3,50
Сульфат калия	48,0	8,8	4,20
Органические удобрения			
В среднем	—	—	0,42
Компосты	—	—	1,70
Известковые	—	—	3,80

Энергозатраты на погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений (Y) определяются по формуле

$$Y = 171,4 + 8,0974 \cdot D + 1,2954 \cdot R + 2,804 \cdot D \cdot R - 0,1553 \cdot R^2,$$

где D – суммарная доза удобрений в физической массе, ц (табл. 2);

R – расстояние перевозки удобрений от склада до поля, км.

Затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая (Z_y) за счет минеральных удобрений рассчитываются по формуле

$$Z_y = (Y_{\text{п}} \cdot 0,6) \cdot \Xi,$$

где $Y_{\text{п}}$ – прибавка урожая, ц;

0,6 – процент минеральных удобрений;

Ξ – энергозатраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая, МДж/ц (табл. 3).

Таблица 3. Энергетические затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая за счет удобрений

Культуры	Продукция	Энергозатраты, МДж/ц
Озимые зерновые	Зерно	276
Яровые зерновые	Зерно	256
Кукуруза	Силос (зеленая масса)	30
Лен	Льносолома	443
Сахарная свекла	Корни	62
Картофель	Клубни	78
Кормовые корнеплоды	Корни	45
Многолетние травы	Сенаж	62
	Сено	100
	Зеленая масса	37
Однолетние травы	Зеленая масса	34
	Силос	36
Вико-овсяная и другие смеси	Зеленая масса	40
Горох	Зерно	52
Рапс яровой и озимый	Семена	80

Таким образом, общие энергозатраты ($Z_{\text{о мин}}$) на производство, доставку в хозяйство, хранение, подготовку к внесению, погрузку, транспортировку от склада до поля, внесение удобрений и затраты, связанные с уборкой, транспортировкой и доработкой дополнительного урожая за счет минеральных удобрений, составляют

$$Z_{\text{о мин}} = A_o + Y + Z_y,$$

где A_o – энергетические затраты на производство минеральных удобрений, МДж/ц;

Y – энергозатраты на погрузку, транспортировку и внесение удобрений, МДж/ц;

Z_y – затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая, МДж/ц.

При расчете затрат на производство и применение органических удобрений с учетом их действия и последствий на последующие культуры севооборота необходимо 60 % затрат относить на первый год и 40 % – на второй и третий.

С учетом этого, *затраты на производство и внесение органических удобрений* составят:

$$B = (H \cdot a \cdot 0,6) + (y \cdot 0,6)$$

где H – физическая масса, кг;

a – энергетические затраты на производство удобрений, МДж/кг (таблица 2);

y – энергозатраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений при соответствующей технологии внесения, МДж/га (табл. 4);

0,6 – доля использования органических удобрений в первый год.

Таблица 4. Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений при различных технологиях внесения

Прямоточная		Перевалочная	
Доза, т/га	Энергозатраты, МДж/га	Доза, т/га	Энергозатраты, МДж/га
5	1090	5	1347
10	2182	10	2694
15	3272	15	4040
20	4363	20	5387
30	6356	30	8080
40	8475	40	10366
60	12379	60	14937
80	16505	80	19916
100	20632	100	24895

Затраты на уборку, доработку и реализацию дополнительного урожая (Z_y) за счет органических удобрений составили:

$$Z_y = (Y_n \cdot 0,4) \cdot \mathcal{E},$$

где Y_n – прибавка урожая, ц;

$\mathcal{E}$ – энергозатраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая, МДж/ц (табл. 3).

Общие затраты на применение органических удобрений ($Z_{o\text{ орг}}$) составляют:

$$Z_{o\text{ орг}} = B + Z_y$$

где B – затраты на производство и внесение органических удобрений, МДж/ц;

Z_y – затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая за счет органических удобрений, МДж/ц.

1.3. Энергетическая эффективность применения удобрений

Энергетическая эффективность (энергоотдача или биоэнергетический КПД) определяется по формуле

$$q = (V_1 + V_2) : (Z_{o \text{ мин}} + Z_{o \text{ орг}}),$$

где q – энергетическая эффективность (энергоотдача или биоэнергетический КПД), ед.;

V – содержание энергии в основной продукции, МДж/ц;

$Z_{o \text{ мин}} + Z_{o \text{ орг}}$ – общие энергозатраты, МДж/ц.

Пример. Расчет энергетической эффективности применения минеральных удобрений.

Определение энергетической эффективности применения минеральных удобрений при возделывании ячменя.

1. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{80}P_{60}K_{90}$.

2. Прибавка урожая зерна за счет удобрений 17 ц/га.

3. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Количество энергии, накопленной в основной продукции, составляет:

$$V = Y_{\text{п}} \cdot Ri \cdot l \cdot 100 = 17 \cdot 16,45 \text{ (табл. 1)} \cdot 100 = 27965 \text{ МДж/га.}$$

Затраты на производство минеральных удобрений (A_0), внесенных под ячмень, составили:

$$\begin{aligned} A_0 &= (H_N \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K) = (80 \cdot 80 \text{ (табл. 2)}) + (60 \cdot 13,8) + (90 \cdot 8,8) \\ &= 6400 + 828 + 792 = 8020 \text{ МДж/га} \end{aligned}$$

Затраты на подготовку, погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений (Y) при расстоянии 5 км и общей дозе внесения (D), равной 5,3 ц/га (2,3 ц/га аммиачной селитры + 1,5 ц/га суперфосфата двойного + 1,5 ц/га хлористого калия), составили:

$$\begin{aligned} Y &= 171,4 + 8,0974 \cdot D + 1,2954 \cdot R + 2,804 \cdot D \cdot R - 0,1553 \cdot R^2 = 171,4 + 8,0974 \\ &\cdot 5,3 + 1,2954 \cdot 5 + 2,804 \cdot 5,3 \cdot 5 - 0,1553 \cdot 25 = 171,4 + 41,29674 + 6,477 + 71,502 \\ &- 3,8825 = 286,79324 = 287 \text{ МДж/га.} \end{aligned}$$

Затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая (Z_y) за счет удобрений (прибавка 17 ц/га) составили:

$$З_y = Y_{\text{п}} \cdot \Xi = 17 \cdot 256 \text{ (табл. 3)} = 4352 \text{ МДж/га.}$$

Общие затраты ($З_o$) составляют:

$$З_o = A_o + Y + З_y = 8020 + 287 + 4352 = 12659 \text{ МДж/га.}$$

Энергетическая эффективность применения удобрений при этом будет равна:

$$q = V : З_o = 27965 : 12659 = 2,2 \text{ ед.}$$

С энергетической точки зрения применение минеральных удобрений при возделывании ячменя является эффективным, так как энергоотдача в 2,2 раза превышает единицу.

Пример. Расчет энергетической эффективности применения минеральных и органических удобрений.

Определение энергетической эффективности минеральных удобрений и навоза при возделывании картофеля.

1. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{80}P_{70}K_{90}$, доза навоза 60 т/га.

2. Прибавка урожая за счет удобрений 150 ц/га.

3. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км. Технология внесения органических удобрений прямоточная.

Количество энергии, накопленной в основной продукции, составляет:

$$V_1 + V_2 = Y_{\text{п}} \cdot Ri \cdot l \cdot 100 = 150 \cdot 4,02 \text{ (табл. 1)} \cdot 100 = 60300 \text{ МДж/га.}$$

Так как доля минеральных удобрений в прибавке урожая составляет около 60 %, а органических – около 40 %, то

$$V_1 = 60300 \cdot 0,60 = 36180 \text{ МДж/га;}$$

$$V_2 = 60300 \cdot 0,40 = 24120 \text{ МДж/га.}$$

Затраты на производство минеральных удобрений (A_o), внесенных под картофель, составили:

$$A_o = (H_N \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K) = (80 \cdot 80 \text{ (табл. 2)}) + (70 \cdot 13,8) + (90 \cdot 8,8) = 6400 + 966 + 792 = 8160 \text{ МДж/га.}$$

Затраты на подготовку, погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений (Y) при расстоянии 5 км и общей дозе внесения 6,8 ц/га (3,8 ц/га сульфата аммония + 1,5 ц/га суперфосфата двойного + 1,5 ц/га хлористого калия) составили:

$$Y = 171,4 + 8,0974 \cdot D + 1,2954 \cdot R + 2,804 \cdot D \cdot R - 0,1553 \cdot R^2 = 171,4 + 8,0974 \cdot 6,8 + 1,2954 \cdot 5 + 2,804 \cdot 6,8 \cdot 5 - 0,1553 \cdot 25 = 324 \text{ МДж/га.}$$

Затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая (Z_y) за счет удобрений (прибавка 150 ц/га) составили:

$$Z_y = Y_{\text{п}} \cdot \Xi = (150 \cdot 0,60) \cdot 78 \text{ (табл. 3)} = 7020 \text{ МДж/га}$$

Общие затраты (Z_o) составляют:

$$Z_{o \text{ мин}} = A_o + Y + Z_y = 8160 + 324 + 7020 = 15504 \text{ МДж/га}$$

При расчете затрат на производство и применение органических удобрений с учетом их действия и последствий на последующие культуры севооборота, необходимо 60 % затрат относить на первый год и 40 на второй и третий. С учетом этого затраты на производство и внесение под картофель 60 т/га навоза составят:

$$B = A_1 + C,$$

где A_1 – затраты на производство органических удобрений, МДж/кг физической массы;

C – затраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений, МДж/га.

$$A_1 = H \cdot a \cdot 0,60,$$

где a – энергетические затраты на производство удобрений, МДж/ц (табл. 2);

H – физическая масса, кг;

0,60 – массовая доля использования органических удобрений в первый год.

$$C = y \cdot 0,60,$$

где y – энергозатраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений при прямоточной технологии, МДж/га (табл. 4);

0,60 – доля использования органических удобрений в первый год.

Отсюда

$$B = (H \cdot a \cdot 0,60) + (y \cdot 0,60) = (60000 \cdot 0,42 \cdot 0,60) + (12379 \cdot 0,60) = 15120 + 7427 = 22547 \text{ МДж/га.}$$

Затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая (Z_y) за счет органических удобрений (прибавка 150 ц/га) составили:

$$Z_y = Y_{\text{п}} \cdot \Theta = 150 \cdot 0,40 \cdot 78 \text{ (табл. 3)} = 4680 \text{ МДж/га.}$$

Общие затраты (Z_o) составляют:

$$Z_{o \text{ орг}} = B + Z_y = 22547 + 4680 = 27227 \text{ МДж/га.}$$

Энергетическая эффективность применения минеральных удобрений при этом будет равна:

$$q_1 = V_1 : Z_{o \text{ мин.}} = 36180 : 15504 = 2,3 \text{ ед.}$$

Энергетическая эффективность применения органических удобрений при этом будет равна:

$$q_2 = V_2 : Z_{o \text{ орг.}} = 24120 : 27227 = 0,89 \text{ ед.}$$

Совокупная энергетическая эффективность применения минеральных и органических удобрений под картофель составит:

$$q = V_1 + V_2 : Z_{o \text{ мин.}} + Z_{o \text{ орг.}} = 60300 : 42731 = 1,4 \text{ ед.}$$

С энергетической точки зрения применение минеральных и органических удобрений при возделывании картофеля является эффективным, так как энергоотдача в 1,4 раза превышает единицу.

2. Индивидуальные задания по расчету энергетической эффективности применения минеральных удобрений

Вариант 1. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании ячменя. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Прибавка урожая ячменя за счет удобрений 20 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 2. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой ржи. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{100}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая озимой ржи за счет удобрений 35 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 3. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой пшеницы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{120}P_{60}K_{60}$. Прибавка урожая озимой пшеницы за счет удобрений 25 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 4. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой тритикале. Доза внесения минеральных удобре-

ний в действующем веществе $N_{100}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая озимой тритикале за счет удобрений 30 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 5. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой пшеницы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{80}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая яровой пшеницы за счет удобрений 16 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 6. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой тритикале. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{70}P_{70}K_{70}$. Прибавка урожая озимой тритикале за счет удобрений 18 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 7. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании овса. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{60}P_{40}K_{40}$. Прибавка урожая овса за счет удобрений 10 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 8. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании гречихи. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{20}P_{60}K_{80}$. Прибавка урожая гречихи за счет удобрений 8 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 9. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы на зеленую массу. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{150}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая кукурузы за счет удобрений 100 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 10. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{100}P_{90}K_{90}$. Прибавка урожая свеклы за счет удобрений 100 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 11. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{90}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая картофеля за счет удобрений 100 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 12. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кормовых корнеплодов. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Прибавка урожая корнеплодов за счет удобрений 200 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 13. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании многолетних трав на сено. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{60}P_{40}K_{40}$. Прибавка урожая сена многолетних трав за счет удобрений 30 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 14. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании однолетних трав на зеленую массу. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Прибавка урожая трав за счет удобрений 60 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 15. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании ячменя. Доза внесения минеральных удобрений в дейст-

вующем веществе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Прибавка урожая ячменя за счет удобрений 22 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 16. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой ржи. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{90}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая озимой ржи за счет удобрений 24 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 17. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой пшеницы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{100}P_{60}K_{60}$. Прибавка урожая озимой пшеницы за счет удобрений 28 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 18. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой тритикале. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{110}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая озимой тритикале за счет удобрений 31 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 19. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой пшеницы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{80}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая яровой пшеницы за счет удобрений 19 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 20. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой тритикале. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{70}P_{70}K_{70}$. Прибавка урожая яровой тритикале за счет удобрений 16 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 21. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании овса. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{40}P_{40}K_{40}$. Прибавка урожая овса за счет удобрений 12 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 22. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании гречихи. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{30}P_{60}K_{60}$. Прибавка урожая гречихи за счет удобрений 12 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 23. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы на зеленую массу. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{80}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая кукурузы за счет удобрений 110 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 24. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{90}P_{90}K_{90}$. Прибавка урожая свеклы за счет удобрений 90 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 25. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{90}P_{60}K_{90}$. Прибавка урожая картофеля за счет удобрений 180 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 26. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кормовых корнеплодов. Доза внесения минеральных

удобрений в действующем веществе $N_{80}P_{60}K_{100}$. Прибавка урожая корнеплодов за счет удобрений 200 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 27. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании многолетних трав на сено. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{40}P_{50}K_{40}$. Прибавка урожая сена многолетних трав за счет удобрений 70 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

Вариант 28. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой ржи. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{110}P_{70}K_{100}$. Прибавка урожая озимой ржи за счет удобрений 45 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 29. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой пшеницы. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{120}P_{80}K_{90}$. Прибавка урожая озимой пшеницы за счет удобрений 38 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 10 км.

Вариант 30. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой тритикале. Доза внесения минеральных удобрений в действующем веществе $N_{110}P_{80}K_{100}$. Прибавка урожая тритикале за счет удобрений 35 ц/га. Расстояние перевозки удобрений со склада 5 км.

3. Индивидуальные задания по расчету сравнительной энергетической эффективности применения удобрений

Вариант 1. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании ячменя. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 20 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 25 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 5 т/га – урожайность 30 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 10 т/га – урожайность 40 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 2. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой ржи. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 25 ц/га;
- 2) $N_{70}P_{70}K_{70}$ – урожайность 35 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 10 т/га – урожайность 45 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 15 т/га – урожайность 55 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 3. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 25 ц/га;
- 2) $N_{70}P_{60}K_{60}$ – урожайность 40 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{60}K_{90}$ + навоз 5 т/га – урожайность 45 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{90}$ + навоз 10 т/га – урожайность 55 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямопочная. Расстояние до поля 15 км.

Вариант 4. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой тритикале. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 20 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 50 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 15 т/га – урожайность 60 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 20 т/га – урожайность 65 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 15 км.

Вариант 5. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 20 ц/га;
- 2) $N_{80}P_{60}K_{90}$ – урожайность 30 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 5 т/га – урожайность 33 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{120}$ + навоз 10 т/га – урожайность 45 ц/га;

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 6. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 35 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{90}$ – урожайность 40 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{60}K_{90}$ + навоз 5 т/га – урожайность 45 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 10 т/га – урожайность 60 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 7. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 70 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 120 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{60}K_{80}$ + навоз 60 т/га – урожайность 140 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 80 т/га – урожайность 200 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямопочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 8. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 60 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 140 ц/га;
- 3) $N_{65}P_{65}K_{65}$ + навоз 60 т/га – урожайность 160 ц/га;
- 4) $N_{70}P_{70}K_{70}$ + навоз 80 т/га – урожайность 220 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямопочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 9. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 50 ц/га;

- 2) $N_{80}P_{80}K_{80}$ – урожайность 100 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 60 т/га – урожайность 110 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{60}$ + навоз 80 т / га – урожайность 150 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 10. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 80 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 110 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 60 т/га – урожайность 170 ц/га;
- 4) $N_{70}P_{70}K_{120}$ + навоз 80 т/га – урожайность 240 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 11. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 100 ц/га;
- 2) $N_{80}P_{60}K_{90}$ – урожайность 220 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 60 т/га – урожайность 240 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{100}$ + навоз 100 т/га – урожайность 320 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 12. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 100 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 150 ц/га;
- 3) $N_{120}P_{60}K_{120}$ + навоз 60 т/га – урожайность 170 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 80 т/га – урожайность 210 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 13. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 180 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 220 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 50 т/га – урожайность 240 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{100}$ + навоз 70 т/га – урожайность 320 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 14. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой ржи. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 20 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 30 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 10 т/га – урожайность 40 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 15 т/га – урожайность 65 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 15. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 100 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 170 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 50 т/га – урожайность 210 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{100}$ + навоз 70 т/га – урожайность 300 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 15 км.

Вариант 16. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 80 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 120 ц/га;
- 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + навоз 60 т/га – урожайность 140 ц/га;
- 4) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + навоз 80 т/га – урожайность 200 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 17. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 150 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 200 ц/га;
- 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$ + навоз 40 т/га – урожайность 300 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{100}$ + навоз 50 т/га – урожайность 400 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 18. Рассчитать энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы на силос. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 120 ц/га;
- 2) $N_{90}P_{60}K_{60}$ – урожайность 200 ц/га;
- 3) $N_{100}P_{80}K_{80}$ + навоз 60 т/га – урожайность 400 ц/га;
- 4) $N_{120}P_{80}K_{90}$ + навоз 80 т/га – урожайность 500 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 19. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 200 ц/га;
- 2) $N_{80}P_{80}K_{80}$ – урожайность 250 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 40 т/га – урожайность 350 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{80}K_{100}$ + навоз 60 т/га – урожайность 450 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 20. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы на силос. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 200 ц/га;
- 2) $N_{80}P_{60}K_{90}$ – урожайность 300 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{80}K_{80}$ + навоз 40 т/га – урожайность 400 ц/га;

4) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 60 т/га – урожайность 500 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямопочная. Расстояние до поля 15 км.

Вариант 21. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 140 ц/га;
- 2) $N_{80}P_{60}K_{90}$ – урожайность 200 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{60}K_{120}$ + навоз 60 т/га – урожайность 240 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{100}$ + навоз 80 т/га – урожайность 300 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 22. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кормовых корнеплодов. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 200 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{80}K_{80}$ – урожайность 250 ц/га;
- 3) $N_{60}P_{80}K_{90}$ + навоз 20 т/га – урожайность 350 ц/га;
- 4) $N_{60}P_{80}K_{100}$ + навоз 40 т/га – урожайность 450 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямопочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 23. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 100 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 120 ц/га;
- 3) $N_{70}P_{70}K_{70}$ + навоз 40 т/га – урожайность 140 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 50 т/га – урожайность 200 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 24. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кормовых корнеплодов. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 200 ц/га;
- 2) $N_{70}P_{80}K_{90}$ – урожайность 350 ц/га;
- 3) $N_{70}P_{80}K_{100}$ + навоз 20 т/га – урожайность 450 ц/га;
- 4) $N_{70}P_{80}K_{120}$ + навоз 40 т/га – урожайность 550 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 25. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы на силос. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 120 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 200 ц/га;
- 3) $N_{80}P_{80}K_{80}$ + навоз 20 т/га – урожайность 400 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{90}$ + навоз 40 т/га – урожайность 500 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямопочная. Расстояние до поля 15 км.

Вариант 26. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 100 ц/га;
- 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$ – урожайность 150 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{90}K_{90}$ + навоз 20 т/га – урожайность 170 ц/га;
- 4) $N_{80}P_{60}K_{100}$ + навоз 50 т/га – урожайность 300 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 27. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании кукурузы на силос. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 200 ц/га;
- 2) $N_{80}P_{80}K_{80}$ – урожайность 300 ц/га;
- 3) $N_{90}P_{80}K_{90}$ + навоз 20 т/га – урожайность 450 ц/га;
- 4) $N_{90}P_{60}K_{120}$ + навоз 40 т/га – урожайность 550 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 10 км.

Вариант 28. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой тритикале. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 25 ц/га;
- 2) $N_{100}P_{70}K_{90}$ – урожайность 35 ц/га;
- 3) $N_{100}P_{80}K_{90}$ + навоз 10 т/га – урожайность 55 ц/га;
- 4) $N_{100}P_{90}K_{90}$ + навоз 15 т/га – урожайность 65 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 29. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании яровой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 25 ц/га;
- 2) $N_{100}P_{60}K_{90}$ – урожайность 40 ц/га;
- 3) $N_{120}P_{60}K_{90}$ + навоз 5 т/га – урожайность 55 ц/га;
- 4) $N_{120}P_{80}K_{90}$ + навоз 10 т/га – урожайность 65 ц/га.

Технология внесения органических удобрений прямоточная. Расстояние до поля 5 км.

Вариант 30. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения удобрений при возделывании озимой тритикале. Варианты опыта:

- 1) без удобрений – урожайность 20 ц/га;
- 2) $N_{100}P_{60}K_{90}$ – урожайность 50 ц/га;
- 3) $N_{100}P_{80}K_{100}$ + навоз 5 т/га – урожайность 60 ц/га;
- 4) $N_{120}P_{80}K_{100}$ + навоз 10 т/га – урожайность 65 ц/га.

Технология внесения органических удобрений перевалочная. Расстояние до поля 5 км.

Тема 3. Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства (4 ч.)

Цель задания: закрепить теоретические знания и практические навыки в области энергосбережения.

Задачи:

- освоить методику расчета энергетической эффективности применения пестицидов;
- рассчитать энергетическую эффективность применения пестицидов по индивидуальным заданиям.

Методические указания.

1. Методика энергетического анализа применения пестицидов

1.1. Расчет количества энергии, накопленной в основной продукции за счет применения пестицидов

Количество энергии, накопленной в основной сельскохозяйственной продукции, полученной от применения пестицидов, определяется по формуле

$$V = Y_{\text{п}} \cdot R_i \cdot l \cdot 100,$$

где V – содержание энергии в основной продукции, МДж;

$Y_{\text{п}}$ – прибавка урожая основной продукции от применения пестицидов, ц/га;

R_i – коэффициент перевода в сухое вещество (табл. 1);

l – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж;

100 – коэффициент перевода центнеров в килограммы.

1.2. Расчет энергетических затрат, связанных с применением пестицидов

Общие энергозатраты включают: энергозатраты на производство, доставку в хозяйство, хранение, подготовку раствора, обработку; затраты, связанные с уборкой, транспортировкой и доработкой дополнительного урожая за счет применения пестицидов.

Энергозатраты на применение пестицида E_p (МДж/га) рассчитываются по формуле

$$E_p = N_z + H_p \cdot L_p \cdot N_p : 100,$$

где N_z – норматив энергозатрат на обработку (табл. 5);

H_p – норма расхода препаратов, кг/га или л/га;

L_p – энергетический эквивалент группы пестицидов и препаратов-

ной формы, МДж/кг (табл. 6);
 N_p – процентное содержание действующего вещества в препарате.

Таблица 5. Нормативы энергозатрат на химическую обработку посевов сельскохозяйственных культур наземными машинами, МДж/га

Агрегат	Норма расхода рабочей жидкости, л/га	Всего энергозатрат, МДж/га
Опрыскивание полевых культур		
Прицепной опрыскиватель	100–200	123,16
	200–300	158,70
	300–400	194,22
Навесной опрыскиватель	100–150	132,37
	150–200	168,95
	200–250	184,78
	250–300	200,41
Протравливание семян		
ПС-10 и аналоги		17,85
«Мобитокс» и аналоги		15,89

Таблица 6. Энергетические эквиваленты пестицидов

Пестициды	Препаративная форма	Энергетический эквивалент, МДж/кг
Инсектициды: смешивающиеся масла смачивающийся порошок гранулы	Смешивающиеся масла: ВК; ВКС; ВРК; ВР; ВС; ВСК; ВТК; ВЭ; ВЭК; КВЭ; КС; КЭ; ММЭ; МС; МСК; ЭМВ. Смачивающиеся порошки: КРП; П; ПС; РП; СК; СП; СТС; СП; ТП; ТКС; ТПС; ТС. Гранулы: ВГ; ВРГ; ВДГ; Г; МГ; ТАБ.	365,0
Фунгициды: смешивающиеся масла смачивающийся порошок		253,2
Гербициды: смешивающиеся масла смачивающийся порошок		216,6
		272,6
		116,6
		420,0
		264,0

Затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая (Z_y) за счет применения пестицида определяются по формуле

$$Z_y = Y_p \cdot \mathcal{E},$$

где Y_p – прибавка урожая, ц;

$\mathcal{E}$ – энергозатраты на уборку, доработку и реализацию дополнительного урожая, МДж/ц (табл. 2).

По результатам исследований зарубежных и отечественных ученых, затраты на экологический ущерб составляют в среднем 25 % от затрат на применение пестицидов. Тогда

$$Z_s = E_p \cdot 0,25.$$

Таким образом, общие энергозатраты (Z_o) включают затраты на производство, доставку в хозяйство, хранение, подготовку раствора, внесение, затраты,

связанные с уборкой, транспортировкой и доработкой дополнительного урожая за счет применения пестицида, и затраты на экологический ущерб:

$$Z_o = E_p + Z_y + Z_э,$$

где E_p – энергозатраты на применение пестицида, МДж/га;

Z_y – затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая, МДж/ц;

$Z_э$ – затраты на экологический ущерб, МДж/га.

1.3. Энергетическая эффективность применения пестицидов

Энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД) определяется по формуле

$$q = V : Z_o,$$

где q – энергетическая эффективность (энергоотдача или биоэнергетический КПД), ед.;

V – содержание энергии в основной продукции, МДж/ц;

Z_o – общие энергозатраты, МДж/ц.

Пример. Расчет энергетической эффективности применения пестицидов.

Определение энергетической эффективности химической прополки озимой пшеницы.

1. Препарат Диален супер, 46 % в.р., 0,7 кг/га. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

2. Прибавка урожая зерна за счет применения гербицида – 5 ц/га.

3. Опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Количество энергии, накопленной в основной продукции, составляет

$$V = Y_n \cdot Ri \cdot l \cdot 100 = 5 \cdot 16,46 \text{ (табл. 1)} \cdot 100 = 8230 \text{ МДж/га}$$

Энергозатраты на применение гербицида (E_p), составили:

$$E_p = N_3 \text{ (табл. 5)} + H_p \cdot L_p \text{ (табл. 6)} \cdot N_p : 100 = 184,78 + 0,7 \cdot 420 \times \\ \times 46 : 100 = 320 \text{ МДж/га}$$

Затраты на уборку, транспортировку и доработку дополнительного урожая (Z_y) за счет применения пестицида составили

$$Z_y = Y_n \cdot \mathcal{E} \text{ (табл. 2)} = 5 \cdot 276 = 1380 \text{ МДж/га}$$

Затраты на экологический ущерб составили

$$З_3 = E_p \cdot 0,25 = 320 \cdot 0,25 = 80 \text{ МДж/га}$$

Общие затраты ($З_0$) составляют

$$З_0 = E_p + З_y + З_3 = 320 + 1380 + 80 = 1780 \text{ МДж/га}$$

Энергетическая эффективность применения гербицида при этом будет равна

$$q = V : З_0 = 8230 : 1780 = 4,6 \text{ ед.}$$

С энергетической точки зрения применение гербицида Диален супер для химической прополки озимой пшеницы эффективно, так как энергоотдача в 4,6 раза превышает единицу.

2. Индивидуальные задания по расчету энергетической эффективности применения пестицидов

Вариант 1. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Прима, 30,6 % СЭ, 0,6 л/га, при возделывании ячменя. Расход рабочего раствора 230 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 7 ц/га урожая.

Вариант 2. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Менара, 41 % КЭ, 0,5 кг/га, при возделывании озимой пшеницы. Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 5,5 ц/га урожая.

Вариант 3. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Фастак, 10 % КЭ, 0,1 кг/га, при возделывании льна-долгунца. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения инсектицида сохранено 2,5 ц/га льноволокна.

Вариант 4. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Винцит, 5 % КС, 1,5 кг/т семян, при возделывании гороха. Расход рабочего раствора 10 л/т семян, протравливание проводилось агрегатом ПС-10. В результате применения фунгицида сохранено 5 ц/га урожая.

Вариант 5. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Гезагارد, 50 % КС, 4 кг/га, при возделывании картофеля. Расход рабочего раствора 400 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 70 ц/га урожая.

Вариант 6. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Импакт, 25 % СК, 0,5 кг/га, при возделывании ярового рапса. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 4 ц/га урожая.

Вариант 7. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Децис Профи, 25 % ВДГ, 0,03 кг/га, при возделывании ячменя. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения инсектицида сохранено 1,5 ц/га урожая.

Вариант 8. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Цимбуш, 25 % КЭ, 0,2 кг/га, при возделывании яровой пшеницы. Расход рабочего раствора 150 л/га, опрыскивание навесным опрыскивателем. В результате применения инсектицида сохранено 3 ц/га урожая.

Вариант 9. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Круйзер Рапс, 32,13 % СК, 15 л/т семян, при возделывании озимого рапса. Расход рабочего раствора 10 л/т семян, протравливание проводилось агрегатом «Мобитокс». В результате применения протравителя сохранено 7 ц/га урожая.

Вариант 10. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Базагран, 48 % ВР, 0,5 кг/га, при возделывании ячменя. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 5 ц/га урожая.

Вариант 11. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Аккурат, 70 % ВДГ, 0,01 кг/га, при возделывании озимой ржи. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 5 ц/га урожая.

Вариант 12. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Агритокс, 50 % ВК, 1,2 л/га, при возделывании ячменя. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 3 ц/га урожая.

Вариант 13. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Голтикс, 70 % КС, 6 л/га, при возделывании сахарной свеклы. Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 70 ц/га урожая.

Вариант 14. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Хармони, 75 % СТС, 0,02 кг/га, при возделывании льна-долгунца. Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 3 ц/га льноволокна.

Вариант 15. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Дерозал, 50 % КС, 2,5 кг/га, при возделывании гороха. Расход рабочего раствора 10 л/т семян, протравливание проводилось агрегатом ПС-10. В результате применения фунгицида сохранено 3 ц/га урожая.

Вариант 16. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Фалькон, 46 % КЭ, 0,6 кг/га, при возделывании яровой пшеницы. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 6 ц/га урожая.

Вариант 17. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Дитан ДГ, 75 % ВГ, 1,6 кг/га, при возделывании картофеля. Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 15 ц/га урожая.

Вариант 18. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Рекс Дуо, 49,7 % КС, 0,6 кг/га, при возделывании сахарной свеклы. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 30 ц/га урожая.

Вариант 19. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Актеллик, 50 % КЭ, 1,5 кг/га, при возделывании картофеля. Расход рабочего раствора 150 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения инсектицида сохранено 15 ц/га урожая.

Вариант 20. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Нурелл Д, 55 % КЭ, 1 л/га, при возделывании озимого рапса. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения инсектицида сохранено 6,5 ц/га урожая.

Вариант 21. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Танос, 50 % ВДГ, 0,6 кг/га, при возделывании картофеля. Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 20 ц/га урожая.

Вариант 22. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Ламадор, 40 % КС, 0,2 л/т семян, при возделывании овса. Расход рабочего раствора 10 л/т семян, протравливание проводилось агрегатом ПС-10. В результате применения фунгицида сохранено 3 ц/га урожая.

Вариант 23. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Лонтрел 300, 30 % ВР, 0,3 л/га, при возделывании льна-долгунца. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 1 ц/га льноволокна.

Вариант 24. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Бутизан 400, 40 % КС, 2 кг/га, при возделывании ярового рапса. Расход рабочего раствора 400 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 4 ц/га урожая.

Вариант 25. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Ютикс, 70 % КС, 5 кг/га, при возделывании сахарной свеклы. Расход рабочего раствора 400 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 50 ц/га урожая.

Вариант 26. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Эстерон 600, 56,4 % КЭ, 0,8 л/га, при возделывании озимой тритикале. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 2 ц/га урожая.

Вариант 27. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Линтур, 70 % ВДГ, 0,12 кг/га, при возделывании яровой пшеницы. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 7 ц/га урожая.

Вариант 28. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Прима, 30,6 % СЭ, 0,6 л/га, при возделывании яровой пшеницы. Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения гербицида сохранено 5 ц/га урожая.

Вариант 29. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Менара, 41 % КЭ, 0,5 кг/га, при возделывании озимой тритикале. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем. В результате применения фунгицида сохранено 6 ц/га урожая.

Вариант 30. Рассчитать энергетическую эффективность применения препарата Фастак, 10 % КЭ, 0,1 кг/га, при возделывании льна-долгунца. Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем. В результате применения инсектицида сохранено 2,0 ц/га льноволокна.

3. Индивидуальные задания по расчету сравнительной энергетической эффективности применения пестицидов

Вариант 1. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании озимой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 15 ц/га;
- 2) Эстерон 600, 56,4 % КЭ, 0,8 л/га – урожайность 18 ц/га;
- 3) Диален супер, 46,4 % ВР, 0,7 кг/га – урожайность 22 ц/га;
- 4) Лонтрел 300, 30 % ВР, 0,15 кг/га – урожайность 27 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 2. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании озимой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 26 ц/га;
- 2) Бампер, 25 % КЭ, 0,5 кг/га – урожайность 31 ц/га;
- 3) Мираж, 45 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 32 ц/га;
- 4) Рекс Дуо, 49,7 % КС, 0,6 кг/га – урожайность 30 ц/га.

Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 3. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании озимой пшеницы. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 30 ц/га;
- 2) Децис, 2,5 % КЭ, 0,2 кг/га – урожайность 31 ц/га;
- 3) Каратэ, 5 % КЭ, 0,15 кг/га – урожайность 31,5 ц/га;
- 4) Фастак, 10 % КЭ, 0,1 кг/га – урожайность 32 ц/га.

Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 4. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании ячменя. Варианты опыта:

- 1) без протравливания – 25 ц/га;
- 2) Винцит, 5 % КС, 2 кг/т семян – урожайность 32 ц/га;
- 3) Бункер, 6 % ВСК, 0,5 л/т семян – урожайность 28 ц/га;
- 4) Витавакс 200, 75 % СП, 3 кг/т семян – урожайность 33 ц/га.

Расход рабочего раствора 10 л/т семян, протравливание проводилось агрегатом ПС-10.

Вариант 5. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании ячменя. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 20 ц/га;
- 2) Суми-альфа, 5 % КЭ, 0,2 кг/га – урожайность 21 ц/га;
- 3) БИ-58 новый, 40 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 23 ц/га;

4) Моспилан, 20 % РП, 0,05 кг/га – урожайность 23 ц/га.

Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 6. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании ячменя. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 20 ц/га;
- 2) Агритокс, 50 % ВК, 1,2 кг/га – урожайность 22,5 ц/га;
- 3) Базагран, 48 % ВР, 3 кг/га – урожайность 25 ц/га;
- 4) Гранстар, 75 % СТС, 0,02 кг/га – урожайность 25 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 7. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании ячменя. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 30 ц/га;
- 2) Импакт, 25 % СК, 0,5 кг/га – урожайность 34 ц/га;
- 3) Альто супер, 33 % КЭ, 0,4 кг/га – урожайность 33 ц/га;
- 4) Фоликур БТ, 22,5 % КЭ, 1 л/га – урожайность 34 ц/га.

Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 8. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании гороха. Варианты опыта:

- 1) без протравливания – 15 ц/га;
- 2) Дивиденд, 3 % КС, 3 кг/т семян – урожайность 20 ц/га;
- 3) Винцит, 5 % КС, 1,5 кг/т семян – урожайность 21 ц/га;
- 4) Колфуго супер колор, 20 % ВС, 2 кг/т семян – урожайность 19 ц/га.

Расход рабочего раствора 10 л/т семян, протравливание проводилось агрегатом ПС-10.

Вариант 9. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании гороха. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 15 ц/га;
- 2) Пивот, 10 % ВК, 1 кг/га – урожайность 22 ц/га;
- 3) Гезагард, 50 % КС, 3 кг/га – урожайность 20 ц/га;
- 4) Стомп, 33 % КЭ, 3 кг/га – урожайность 20 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 10. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании гороха. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 15 ц/га;
- 2) Актеллик, 50 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 16 ц/га;
- 3) БИ-58 Новый, 40 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 17 ц/га;
- 4) Фуфанон, 57 % КЭ, 1,2 кг/га – урожайность 18 ц/га.

Расход рабочего раствора 150 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 11. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 150 ц/га;
- 2) Витокс, 72 % КЭ, 4 кг/га – урожайность 280 ц/га;
- 3) Пирамин турбо, 52 % КС, 3 кг/га – урожайность 270 ц/га;
- 4) Голтикс, 70 % КС, 5 кг/га – урожайность 300 ц/га.

Расход рабочего раствора 400 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 12. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 120 ц/га;
- 2) Бетанал прогресс АМ, 18 % КЭ, 1,5+2+2 кг/га – урожайность 230 ц/га;
- 3) Карибу, 50 % ВРП, 0,03 (трехкратно) кг/га – урожайность 220 ц/га;
- 4) Агрибит, 16 % КЭ, 1,5 (трехкратно) кг/га – урожайность 190 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 13. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании сахарной свеклы. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 100 ц/га;
- 2) Рекс Дуо, 49,7 % КС, 0,6 кг/га – урожайность 180 ц/га;
- 3) Дерозал, 50 % КС, 0,6 л/га – урожайность 170 ц/га;
- 4) Импакт, 25 % СК, 0,4 кг/га – урожайность 180 ц/га.

Расход рабочего раствора 350 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 14. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании льна-долгунца. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 4,5 ц/га;
- 2) 2М-4Х, 75 % ВР, 0,75 кг/га – урожайность 5,5 ц/га;
- 3) Хармони, 75 % СТС, 0,025 кг/га – урожайность 7,5 ц/га;
- 4) 2М-4Х, 75 % ВР, 0,5 кг/га + Хармони, 75 % СТС, 0,01 кг/га – урожайность 8 ц/га.

Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 15. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании льна-долгунца. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 3 ц/га;
- 2) Каратэ, 5 % КЭ, 0,15 кг/га – урожайность 3,5 ц/га;
- 3) БИ-58 Новый, 40 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 4 ц/га;
- 4) Фуфанон, 57 % КЭ, 0,8 кг/га – урожайность 4 ц/га.

Расход рабочего раствора 150 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 16. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании озимого рапса. Варианты опыта:

- 1) без протравливания – 10 ц/га;
- 2) Круйзер Рапс, 32,13 % СК, 15 л/т семян – урожайность 18 ц/га;
- 3) Дерозал 50 % КС, 2,5 кг/т семян – урожайность 12 ц/га;
- 4) Феразим, 50 % КС, 1,5 кг/т семян – урожайность 12,5 ц/га.

Расход рабочего раствора 10 л/га, протравливание проводилось агрегатом «Мобитокс».

Вариант 17. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании ярового рапса. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 12 ц/га;
- 2) Теридокс, 50 % КЭ, 2 л/га – урожайность 18 ц/га;
- 3) Бутизан 400, 40 % КС, 2 кг/га – урожайность 17 ц/га;
- 4) Трофи 90, 90 % КЭ, 1,5 кг/га – урожайность 16 ц/га.

Расход рабочего раствора 400 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 18. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании ярового рапса. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 10 ц/га;
- 2) Лонтрел 300, 30 % ВР, 0,4 кг/га – урожайность 16 ц/га;
- 3) Тарга супер, 5 % КЭ, 1,5 кг/га – урожайность 15 ц/га;
- 4) Пантера, 4 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 13 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 19. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании озимого рапса. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 25 ц/га;
- 2) Каратэ, 5 % КЭ, 0,15 кг/га – урожайность 28 ц/га;
- 3) Фьюри, 10 % ВЭ, 0,07 кг/га – урожайность 27 ц/га;
- 4) Рогор С, 40 % КЭ, 0,8 кг/га – урожайность 30 ц/га.

Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 20. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании ярового рапса. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 15 ц/га;
- 2) Альто супер, 33 % КЭ, 0,4 кг/га – урожайность 18 ц/га;
- 3) Фоликур, 22,5 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 20 ц/га;
- 4) Импакт, 25 % СК, 0,5 кг/га – урожайность 22 ц/га.

Расход рабочего раствора 350 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 21. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 90 ц/га;
- 2) Зенкор, 70 % ВДГ, 1 кг/га – урожайность 180 ц/га;
- 3) Прометрекс, 50 % СК, 4 кг/га – урожайность 200 ц/га;
- 4) Рейсер, 25 % КЭ, 3 кг/га – урожайность 180 ц/га.

Расход рабочего раствора 350 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 22. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 80 ц/га;

- 2) Агритокс, 50 % ВК, 1,5 кг/га – урожайность 100 ц/га;
- 3) Аркаде, 88 % КЭ, 3 л/га – урожайность 110 ц/га;
- 4) Титус, 25 % СТС, 0,05 кг/га – урожайность 150 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 23. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 100 ц/га;
- 2) Дитан ДГ, 75 % ВГ, 1,2 (двукратно) кг/га – урожайность 140 ц/га;
- 3) Акробат МЦ, 69 % СП, 2 кг/га + Дитан ДГ, 75% ВГ, 1,2 кг/га – урожайность 150 ц/га;
- 4) Акробат МЦ, 69 % СП, 2,2 кг/га – урожайность 180 ц/га.

Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 24. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 80 ц/га;
- 2) Моспилан, 20 % РП, 0,06 кг/га – урожайность 140 ц/га;
- 3) Регент 25, 25 % КЭ, 0,6 кг/га – урожайность 130 ц/га;
- 4) Шерпа, 25 % КЭ, 0,1 кг/га – урожайность 100 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 25. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании картофеля. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 120 ц/га;
- 2) Моспилан, 20 % РП, 0,06 кг/га – урожайность 150 ц/га;
- 3) Бульдок, 2,5 % КЭ, 0,15 + 0,15 кг/га – урожайность 175 ц/га;
- 4) Децис экстра, 12,5% КЭ, 0,04 кг/га – урожайность 160 ц/га;

Расход рабочего раствора 200 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 26. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании озимой ржи. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 25 ц/га;
- 2) Марафон, 37,5 % ВК, 4 кг/га – урожайность 35 ц/га;
- 3) Кугар, 60 % КС, 1 л/га – урожайность 32 ц/га;
- 4) Атрибут, 70 % ВГ, 0,06 кг/га – урожайность 33 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 27. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании озимой ржи. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 20 ц/га;
- 2) Тилт, 25 % КЭ, 0,5 кг/га – урожайность 26 ц/га;
- 3) Фалькон, 46 % КЭ, 0,5 кг/га – урожайность 25 ц/га;
- 4) Спортак, 45 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 27 ц/га.

Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 28. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения гербицидов при возделывании озимой тритикале. Варианты опыта:

- 1) без химической прополки – 15 ц/га;
- 2) Эстерон 600, 56,4 % КЭ, 0,8 л/га – урожайность 20 ц/га;
- 3) Диален супер, 46,4 % ВР, 0,7 кг/га – урожайность 24 ц/га;
- 4) Лонтрел 300, 30 % ВР, 0,15 кг/га – урожайность 30 ц/га.

Расход рабочего раствора 300 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Вариант 29. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов при возделывании озимой тритикале. Варианты опыта:

- 1) без фунгицидов – 36 ц/га;
- 2) Бампер, 25 % КЭ, 0,5 кг/га – урожайность 41 ц/га;
- 3) Мираж, 45 % КЭ, 1 кг/га – урожайность 42 ц/га;
- 4) Рекс Дуо, 49,7 % КС, 0,6 кг/га – урожайность 40 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось навесным опрыскивателем.

Вариант 30. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения инсектицидов при возделывании озимой тритикале. Варианты опыта:

- 1) без инсектицидов – 40 ц/га;
- 2) Децис, 2,5 % КЭ, 0,2 кг/га – урожайность 41 ц/га;
- 3) Каратэ, 5 % КЭ, 0,15 кг/га – урожайность 42 ц/га;
- 4) Фастак, 10 % КЭ, 0,1 кг/га – урожайность 44 ц/га.

Расход рабочего раствора 250 л/га, опрыскивание проводилось прицепным опрыскивателем.

Тема 4. Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства (4 ч.)

Цель задания: закрепить теоретические знания и практические навыки в области энергосбережения.

Задачи:

- освоить методику расчета энергетической эффективности обработки почвы;
- рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы по индивидуальным заданиям;
- освоить методику расчета энергетической эффективности структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур.

Методические указания.

1. Методика расчета энергетической эффективности обработки почвы

1.1. Расчет количества энергии, накопленной в основной продукции

Количество энергии, накопленной в основной сельскохозяйственной продукции, определяется по формуле

$$V = Y \cdot R_i \cdot l \cdot 100,$$

где V – содержание энергии в основной продукции, МДж;

Y – урожайность основной продукции, ц/га;

R_i – коэффициент перевода в сухое вещество (прил. 1);

l – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж (прил. 1);

100 – коэффициент перевода центнеров в килограммы.

1.2. Расчет энергетических затрат на обработку почвы

Затраты техногенной энергии в сельском хозяйстве делятся на прямые и косвенные.

Под прямыми, сравнительно легко поддающимися расчету, подразумеваются затраты, непосредственно связанные с выполнением работ. К ним относятся: расход бензина и дизельного топлива; затраты электроэнергии; расход угля, газа, нефти, дров, растительных остатков, биогаза и др.

К косвенным (овеществленным) относятся энергозатраты на изготовление, хранение и транспортировку сельскохозяйственных машин и орудий, минеральных удобрений, пестицидов и др.

Расчеты по каждой технологической операции начинаются с определения удельного сопротивления почвы, класса трактора и выбора состава агрегата исходя из технологической карты по возделыванию сельскохозяйственной культуры (табл. 7, 8).

Таблица 7. Мобильные энергетические средства

Марка	Назначение	Класс тяги	Мощность двигателя	
			л. с.	кВт
1	2	3	4	5
МТЗ-210/220	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ	0,4	22,0	14
ВТЗ-2032А	Универсально-пропашной трактор для выполнения предпосевной обработки почвы, посева, ухода за посевами, междурядной обработки	0,6	30	22,1
МТЗ-622	Колесный универсальный трактор для выполнения сельскохозяйственных работ	0,9	62	46
МТЗ-1021	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	105	77
МТЗ-1025	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	105	77

1	2	3	4	5
MT3-520	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	62	46
MT3-530	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	57	42
MT3-590	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	62	46
MT3-80	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными орудиями	1,4	81	60
MT3-82	Универсально-пропашной трактор для выполнения широкого спектра сельскохозяйственных работ	1,4	81	60
MT3-800	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	81	60
MT3-550	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ	1,4	57	42
MT3-82P	Предназначен для возделывания риса, заготовки кормов на пойменных лугах и заболоченных угодьях, работ в особо тяжелых дорожных условиях. С передним ведущим мостом	1,4	81	60
MT3-890	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	89	65
MT3-900	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными орудиями	1,4	81	60
MT3-923	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	89	65
308 Ci Farmer (FENDT)	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	1,4	90	66
MT3-1221	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами, погрузочно-разгрузочных работ	2,0	130	96
MT3-1222	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	2,0	130	96
MT3-922	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	2,0	89	65
922 Vario (FENDT)	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	2,0	190	140

1	2	3	4	5
414 Vario (FENDT)	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	2,0	130	96
MT3-1523	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ, с передним ведущим мостом	3,0	155	114
820 Vario (FENDT)	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	3,0	190	140
716 Vario (FENDT)	Предназначен для выполнения сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами и орудиями	3,0	150	110
T-150K-09	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ	3,0	175	127
MT3-2103	Предназначен для работы с навесными, полунавесными и прицепными машинами (в том числе с оборотными плугами) и орудиями на средних и тяжелых почвах	4,0	215	160
T-150	Трактор гусеничный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	3,0	150	110,4
BT-150Д	Трактор гусеничный для выполнения основных сельскохозяйственных работ в агрегате с навесными, полунавесными и прицепными орудиями	4,0	150	110
Agrotron 720 L Deutz Fahr	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами, погрузочно-разгрузочных работ, привода стационарных сельскохозяйственных машин	5,0	213	157
MT3-2022.3	Трактор со всеми ведущими колесами. Предназначен для основной пахоты и предпосевной обработки почвы, посева зерновых и других культур в составе широкозахватных и комбинированных агрегатов, уборки корнеплодов, зерновых и технических культур	4,0	210	156
MT3-2522ДВ	Предназначен для выполнения пахоты, глубокого рыхления и культивации, предпосевной обработки почвы, посева в составе комбинированных агрегатов, выполнения пропашных работ в широких междурядьях, выполнения уборочных работ	5,0	265	195
MT3-3022ДВ	Предназначен для выполнения пахоты, глубокого рыхления и культивации, предпосевной обработки почвы, посева зерновых и других культур в составе комбинированных агрегатов, выполнения пропашных работ в широких междурядьях	5,0	300	220,6
MT735B Challenger	Гусеничный трактор для выполнения работ сельскохозяйственного назначения	4,0	235	175
MT3-2002	Сельскохозяйственный трактор на гусеничных тележках	4,0	212	156
ATLES 936 (CLAAS)	Универсально-пропашной колесный трактор	5,0	250	184

1	2	3	4	5
К-744Р2 «Кировец»	Колесный трактор для выполнения основных сельскохозяйственных работ: пахоты, культивации, боронования, посева и транспортных работ	5,0	354	260
К-700	Предназначен для работы с навесными и прицепными орудиями на пахоте, культивации, бороновании, посеве (основных сельскохозяйственных работах)	5,0	230	169
К-701	Предназначен для работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами, а также для транспортных, некоторых землеройных и мелиоративных работ в сельском хозяйстве	5,0	300	220
7030 John Deere	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	4,0	210	156
MT875B Challenger	Гусеничный трактор для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	6,0	570	424
9320 John Deere	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	6,0	543	400
8530 John Deere	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	6,0	330	2401
8320 John Deere	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	4,0	210	156
8910 John Deere	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	3,0	180	–
8400 John Deere	Трактор колесный для выполнения сельскохозяйственных работ общего назначения	2,0	115	–
Maxxum 115 Case	Предназначен для работы с навесными и прицепными орудиями на основных сельскохозяйственных работах: пахоте, культивации, бороновании, посеве	1,4	117	86
Agrotron 265 Deutz Fahr	Предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными и прицепными машинами, погрузочно-разгрузочных работ	5,0	261	192

Таблица 8. Машины для обработки почвы

Марка	Назначение и основные характеристики	Агрегатирование, класс трактора
1	2	3
Плуги		
ПБН-3/6-50А	Предназначен для обработки окультуренных торфяных болот, заболоченных минеральных земель, а также вспашки болотной целины. Ширина захвата 1,5–3,0 м. Глубина обработки до 35 см	3,0–5,0
ПГП-3-35Б	Предназначен для обработки почв, засоренных камнями. Ширина захвата 1,05 м. Глубина пахоты не более 27 см	2,0–3,0
ПГП-4-40-3	Предназначен для пахоты различных почв на глубину до 27 см, засоренных камнями различных размеров и форм с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Ширина захвата 1,6 м. Количество корпусов 4	2,0

1	2	3
ППП-7-40АМ	Предназначен для обработки почв, засоренных камнями. Ширина захвата 2,8 м. Глубина пахоты не более 30 см	5,0
ПКМ-5-40Р	Плуг с рессорной защитой корпусов и изменяемой шириной захвата. Предназначен для пахоты всех типов почв (включая слабо- и среднекаменистые) с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,5–2,5 м. Глубина пахоты до 27 см	2,0–3,0
ПКМ-6-40Р	Плуг с рессорной защитой корпусов и изменяемой шириной захвата. Предназначен для пахоты всех типов почв (включая слабо- и среднекаменистые) с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,8–3,0 м. Глубина пахоты до 27 см	2,0–3,0
ПКМП-3-40Р	Плуг с рессорной защитой корпусов. Предназначен для пахоты всех типов почв (включая слабо- и среднекаменистые) с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,2 м. Глубина пахоты до 25 см	1,4
ПКМП-4-40Р	Плуг с рессорной защитой корпусов. Предназначен для пахоты всех типов почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,6 м. Глубина пахоты до 27 см	2,0
ПЛН-3-35П	Плуг с полувинтовыми корпусами для пахоты под зерновые и технические культуры почв, не засоренных камнями с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,05 м. Глубина пахоты 20–27 см	1,4
ПЛН-4-35	Плуг с пружинными предохранителями корпусов. Предназначен для пахоты слабо- и среднекаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,45 м. Глубина пахоты до 25 см	2,0
ПЛН-4-35П	Плуг с полувинтовыми корпусами. Предназначен для пахоты под зерновые и технические культуры почв, не засоренных камнями с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,4 м. Глубина пахоты 20–27 см	2,0
ПЛН-4-40	Плуг с полувинтовыми корпусами. Предназначен для пахоты под зерновые и технические культуры почв, не засоренных камнями с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,6 м. Глубина пахоты до 25 см	2,0
ПЛН-5-35А	Предназначен для пахоты под зерновые, технические и другие культуры на не засоренных камнями почвах. Ширина захвата 1,75 м. Глубина обработки до 27 см	2,0–3,0
ПЛН-5-35П	Плуг с полувинтовыми корпусами. Предназначен для пахоты под зерновые, технические и другие культуры на незасоренных камнями почвах с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,75 м. Глубина пахоты 20–27 см	3,0
ПЛП-7-35	Плуг с пружинными предохранителями корпусов. Предназначен для пахоты слабо- и среднекаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 2,73 м. Глубина пахоты до 27 см	4,0–5,0
ПЛН-8-35	Предназначен для пахоты под зерновые и технические культуры на глубину до 30 см различных почв, не засоренных камнями, плитняком и другими препятствиями, с удельным сопротивлением до 0,9 кгс/см ²	5,0

1	2	3
ПНП-5-40	Предназначен для обработки почв, не засоренных камнями, под зерновые, технические и другие культуры, а также для гладкой пахоты почв на глубину до 27 см. Ширина захвата 2,0 м	2,0
ПНП-7-40	Плуг 7-корпусный навесной с полувинтовым типом корпуса. Предназначен для обработки почв, не засоренных камнями, под зерновые, технические и другие культуры на глубину до 27 см. Ширина захвата 2,8 м	3,0
ПОПГ-4-40	Предназначен для пахоты различных почв на глубину до 27 см, засоренных камнями с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Глубина пахоты до 27 см. Ширина захвата 1,6 м. Количество корпусов 4	2,0–3,0
ПОПР-5-40	Плуг 5-корпусный оборотный с рессорной защитой, полунавесной. Предназначен для пахоты различных почв на глубину до 27 см, засоренных камнями различных размеров и форм с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Ширина захвата 2,0 м	3,0
ППЗ-5-40	Предназначен для вспашки старопахотных слабо- и среднекаменистых почв с влажностью до 23 %, высотой стерни и травостоя до 20 см. Глубина обработки до 27 см. Ширина захвата 2 м	2,0–3,0
ППН 8.30/50	Предназначен для пахоты всех типов почв с влажностью обрабатываемого слоя до 25 %. Высота стерни и травостоя до 20 см. Количество корпусов 8. Рабочая ширина захвата 2,4–4,0 м. Глубина пахоты до 27 см	4,0
ППО-(4+1)-40	Оборотный модульный плуг с рессорной защитой корпусов. Предназначен для гладкой пахоты слабо- и среднекаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа. Рабочая ширина захвата 1,6–2,0 м. Глубина пахоты до 25 см	2,0–3,0
ППО 9.30/45	Предназначен для пахоты старопахотных каменистых почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа, засоренных камнями диаметром до 1 см и другими препятствиями. Может эксплуатироваться на всех типах минеральных почв с влажностью обрабатываемого слоя до 30 %, высотой стерни и травостоя до 25 см. Глубина пахоты до 27 см	5,0
ППО-8-40-01	Плуг, оборудованный защитой – срезной болт. Предназначен для гладкой пахоты различных почв, не засоренных камнями, с удельным сопротивлением до 0,09 МПа. Оснащен современными рабочими органами и полувинтовыми корпусами норвежской фирмы «Kverneland»	5,0
ППО-8-40К	Предназначен для гладкой пахоты старопахотных, слабо- и среднекаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,09 МПа. Ширина захвата 3,2 м. Глубина пахоты до 27 см	5,0
EuroDiamant Lemken	Полунавесной оборотный плуг для обеспечения высокой производительности, с прикручивающимися регулировочными стойками корпусов и возможностью 4-ступенчатой регулировки ширины захвата каждого корпуса в диапазоне от 33 до 50 см	3,0–5,0
EuroOpal Lemken	Оборотный навесной плуг. Имеет возможность ступенчатого изменения ширины захвата каждого корпуса от 30 до 50 см в четырех позициях. Возможны варианты от 2- до 6-корпусных плугов	1,4–5,0

1	2	3
EuroTitan Lemken	Обеспечивает 4-ступенчатую регулировку ширины захвата каждого корпуса от 33 до 50 см, т. е. агрегат с количеством корпусов от 9 до 12 имеет рабочую ширину от 2,97 до 6,00 м. Может быть оборудован системой автоматической защиты от перегрузок при работе на каменистых почвах	2,0–5,0
Juwel 8V Lemken	Навесной оборотный плуг. Предназначен для работы как в борозде, так и вне ее. Количество корпусов от 4 до 6. Ширина захвата от 120 до 315 см. С помощью электрогидравлического управления оборотной башни наклон плуга можно установить и сохранить из кабины трактора	3,0–5,0
Marabu	Оборотный полунавесной плуг с 4-ступенчатой установкой ширины захвата каждого корпуса до 53 см, комплектуется сплошными или полосовыми отвалами для лучшего оборота и крошения пласта	2,0–4,0
Multi- Master 112	Плуг оборотный. Ширина захвата на корпус 35, 40 и 45 см (3, 4, 5 корпусов). Изменение ширины захвата задается поворотом стоек грядилей на раме. Оснащен полуавтоматической сцепкой и осью зацепки. Используется для вспашки на глубину от 15 до 30 см	2,0–4,0
RY-416	Плуг навесной оборотный. Предназначен для гладкой отвальной вспашки под зерновые, технические и другие культуры, оборота пласта многолетних трав, для заделки органических удобрений и пожнивных остатков. Число корпусов 4 (3+1)	2,0–5,0
SPER Y8 816 GREGOIRE BESSON	Предназначен для гладкой отвальной вспашки под зерновые, технические и другие культуры, оборота пласта многолетних трав, для заделки органических удобрений и пожнивных остатков. Число корпусов до 9	5,0–6,0
SPSL Y9 816 GREGOIRE BESSON	Плуг оборотный для гладкой вспашки под зерновые, технические и другие культуры, оборота пласта многолетних трав, для заделки органических удобрений и пожнивных остатков. Число корпусов до 17. Ширина захвата корпуса 30–50 см	5,0–6,0
SPY 9-516 GREGOIRE BESSON	Плуг навесной оборотный для гладкой отвальной вспашки под зерновые, технические и другие культуры, оборота пласта многолетних трав, для заделки органических удобрений и пожнивных остатков. Число корпусов 5 (4+1)	3,0–5,0
VariDiamant Lemken	5–9-корпусный полунавесной оборотный плуг с возможностью гидравлического изменения ширины захвата в пределах от 30 до 55 см на каждый корпус	2,0–5,0
Vari-Master L On-Land	Навесной оборотный плуг с 6 корпусами для работы вне борозды, что позволяет полностью использовать тяговое усилие колесных и гусеничных тракторов, в то же время защищая почву от уплотнения. Рабочая ширина на корпус от 35 до 50 см	3,0–5,0
VariOpal Lemken	Навесной оборотный плуг с шириной захвата от 22 до 55 см на один корпус, регулируемой с помощью гидравлического цилиндра. Варианты от 2- до 6-корпусных плугов. Плуг имеет механический или гидравлический предохранительный механизм от перегрузки	3,0–5,0

1	2	3
VariTanzanit Lemken	Гибридный плуг. Соединяет в себе все преимущества навесной и полунавесной систем. Имеет 6 и 7 корпусов и может агрегатироваться с тракторами меньшей мощности в отличие от полунавесных плугов с таким же количеством корпусов. Может работать на тяжелых каменистых почвах	4,0–6,0
VariTitan Lemken	Плуги с количеством корпусов от 9 до 12, с рабочей шириной захвата до 660 см имеют высокую производительность на единицу площади. Простая регулировка ширины захвата позволяет адаптировать плуг к различным почвам	4,0–6,0
Quivogne ATLANT 6, 7, 8, 9	Оборотные плуги. Предназначены для обработки любого типа почв. Плуги с механически регулируемой шириной захвата (3 ступени). Общая ширина от 270 до 405 см. Ширина захвата одного корпуса 35–40–45 см	3,0–5,0
Бороны дисковые		
БДП-4000 (3200, 3, 5, 7)	Борона дисковая прицепная для предпосевной и основной обработки почвы под зерновые, технические и кормовые культуры, уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков, а также для измельчения, выравнивания и уплотнения почвы после вспашки	4,0–5,0
БДТ-7У «А»	Борона дисковая тяжелая усиленная. Рабочая ширина захвата 7 м, глубина обработки до 16 см	3,0–5,0
БНД-3	Борона навесная дисковая. Предназначена для разделки глыб после вспашки и поверхностной обработки уплотненных почв после уборки пропашных культур. Ширина захвата 3,2 м. Глубина обработки 8–12 см	3,0
БПД-3М	Борона прицепная дисковая. Предназначена для разделки пластов после вспашки почвы, предпосевной подготовки после уборки пропашных культур, для ухода за лугами и пастбищами. Ширина захвата 3 м. Глубина обработки (за один проход) 8–12 см	5,0
БПД-7MW	Борона дисковая. Применяется для разделки пластов почвы после вспашки земель, предпосевной подготовки почвы без предварительной вспашки, обработки почвы после пропашных культур, ухода за лугами и пастбищами, засоренными мелкими камнями размером не более 10 см	5,0
БПТД-3	Борона прицепная. Предназначена для разделки пластов после вспашки земель, предпосевной подготовки почвы после уборки пропашных культур, для ухода за лугами и пастбищами. Ширина захвата 2,9 м. Глубина обработки за один проход 8–12 см. Количество дисков 25	2,0–3,0
БПТД-3-01	Борона прицепная тяжелая дисковая для разделки пластов почвы после вспашки земель, предпосевной подготовки почвы без предварительной вспашки, обработки почвы после уборки пропашных, ухода за лугами и пастбищами, засоренными мелкими камнями и древесными остатками	2,0–3,0
БПТД-7	Борона прицепная тяжелая дисковая для разделки пластов почвы после вспашки земель, предпосевной подготовки почвы без предварительной вспашки, обработки почвы после уборки пропашных, ухода за лугами и пастбищами	5,0

1	2	3
Гелиодор Lemken	Компактная короткая дисковая борона. Может применяться как для поверхностной стерневой обработки на легких и средних почвах, так и для предпосевной обработки почвы для посева по мульче или после вспашки	1,4–3,0
Л-111-01	Борона для обработки почвы в лесных питомниках, ухода за минерализованными и противопожарными полосами, рыхления пластов после вспашки, предпосевной обработки зяби, лущения стерни	1,4
Л-113-03	Борона для лущения стерни и предпахотной обработки почвы. Используется во всех почвенно-климатических зонах	3,0
Л-114А-02	Борона для разработки пластов первичной вспашки, поднятых кустарниково-болотными плугами, ухода за лугами и пастбищами, разделки глыб после вспашки	1,4–2,0
ЛДВ-2,4/4/6	Борона дисковая тяжелая для рыхления необработанной уплотненной почвы разного механического состава, дробления стерневых остатков, подрезания сорняков и другой растительности на необработанных полях. Работает при влажности почвы 15–30 %	1,4–5,0
Рубин Lemken	Короткая дисковая борона для обработки залежных земель, полей с полеглими зерновыми или соломой, после кукурузы, а также с высокостебельными сидератами. Ширина захвата от 2,5 до 8,0 м	1,4–4,0
Рубин 12 Lemken	Оснащена двумя рядами зубчатых полусферических дисков диаметром 736 мм для перемешивания и дробления растительных остатков в условиях затвердевшей поверхности. Работает даже при большом количестве органической массы (в том числе кукурузы и подсолнечника)	2,0–3,0
Рубин 9 Lemken	Короткая дисковая борона. Обеспечивает на тяжелых почвах интенсивное и равномерное перемешивание органической массы и почвы на глубину до 12 см, при этом значительно снижая потерю влаги от испарения	2,0–3,0
Циркон Lemken	Многоцелевая ротационная борона для предпосевной обработки почвы с шириной захвата от 3,0 до 4,5 м. Агрегат комбинируется с любыми сеялками	1,4–3,0
1BZ	Борона прицепная тяжелая дисковая. Предназначена для разделки пластов почвы после вспашки земель, предпосевной подготовки почвы без предварительной вспашки, обработки почвы после уборки пропашных культур	2,0–3,0
DXRV II 666-36	Выполняет четыре операции: безотвальная обработка, дискование, минимальная обработка для посева, снятие плужной подошвы. Ширина захвата 4,7 м	6,0
Amazone Catros	Навесные агрегаты с жесткой конструкцией, с шириной захвата 3; 3,5 и 4 м. Может качественно выполнять работы на высокой скорости. Агрегаты с трехточечной навеской и гидравлическим складыванием, с шириной захвата от 4 до 6 м	2,0–3,0
Kverneland Visio 200	Дисковая борона для лущения стерни, уборки и дробления стебля кукурузы, обработки вспаханных полей	3,0–4,0
Kverneland Qualidisc Farmer	Агрегат для выполнения операций на рабочей глубине до 8 см, подходит для создания незначительного уплотнения почвы. Рабочая ширина от 2 до 4 м в складывающейся модели и 4–6 м в прицепной. Может быть использован с сеялкой для посева покрывающих культур или травы за один проход во время культивирования стерни	3,0–4,0

1	2	3
Культиваторы		
КНК-4, КНК-4К, КНК-2, КНК-6К/2	Культиватор стерневой комбинированный. Предназначен для бесплужной обработки почвы без оборота пласта на глубину до 16 см, для обработки жнивья, применим для всех типов почв, безотвальной обработки и глубокого рыхления. Обеспечивает качественное выравнивание и перемешивание почвы с растительными остатками	1,4–4,0
КНЧ-4,2	Предназначен для обработки всех типов минеральных почв, в том числе засоренных камнями, для ранневесенней культивации, подготовки почвы под посев зерновых и промежуточных культур, заделки удобрений, разделки пласта многолетних трав, полупаровой обработки зяби и рыхления ее весной под пропашные культуры. Ширина захвата 4,2 м	2,0–3,0
КП-6,0	Используется для культивации, выравнивания вспаханной почвы под посев с боронованием или прикатыванием. Ширина захвата 6 м. Максимальная глубина обработки до 16 см	2,0
КП-9	Предназначен для ранневесенней обработки почвы на глубину 6–14 см, для рыхления, выравнивания почвы под посев с боронованием, для ухода за парами. Применяется на всех типах минеральных почв при влажности до 20 %	3,0
КПК-4, КПК-4К	Культиватор стерневой комбинированный. Предназначен для обработки жнивья. Применяется на всех типах почв для безотвальной обработки и глубокого рыхления, выравнивания и перемешивания почвы с растительными остатками	1,4–2,0
КПМ-4/8	Культиватор прицепной (блочно-модульный). Предназначен для предпосевной обработки всех типов почв, за один проход по полю обеспечивает полную подготовку почвы к посеву, совмещая культивацию, рыхление, выравнивание и предпосевное прикатывание почвы. Ширина захвата 4 и 8 м. Глубина обработки: рыхление – до 22 см, мульчирование – до 8 см	3,0
КПН-5,6	Предназначен для весеннего закрытия влаги, культивирования почвы и сплошной предпосевной обработки. Имеет комплект катков с шириной захвата 5,6 м. Глубина обработки (лапами) 4–12 см	1,4
КПС-6М	Культиватор прицепной. Предназначен для ранневесенней обработки, рыхления, выравнивания почвы под посев с боронованием или прикатыванием, ухода за парами. Ширина захвата 6 м. Глубина обработки до 12 см	3,0
КПЧ-6	Предназначен для подготовки почвы, стерни и других фонов за один или два прохода. Выполняет рыхление почвы на глубину 8–18 см, оборот верхней части плодородного слоя на глубину 6–8 см, мульчирование. Применяется на всех типах почв при влажности до 25 % и твердости до 3,5 МПа	5,0
КФУ-3,2/4,0/7,3/7,8	Предназначен для рыхления и безотвальной обработки почвы на глубину до 30 см, разделки пласта многолетних трав, обработки почвы по стерне зерновых культур. Основными рабочими органами для поверхностной культивации и подготовки семенного ложа являются низкоскоростные фрезы. Ширина захвата от 3,2 до 7,8 м. Глубина обработки до 24 см	1,4
КЧ-5,1	Предназначен для обработки поверхностного слоя почвы на глубину до 22 см. Ширина захвата 5,1 м	3,0

1	2	3
КЧД-6	Предназначен для лущения стерни, предварительной подготовки почвы под посев поукосных и пожнивных культур, обработки полей после уборки картофеля и кукурузы, полупаровой обработки зяби и заделки минеральных удобрений. Ширина захвата 6,0 м. Глубина обработки 6–16 см	5,0–6,0
Horsh Tiger 5AS/6AS/8AS	Культиватор для интенсивной обработки почвы на глубину до 35 см. Заделывает значительное количество пожнивных остатков за один проход. Ширина захвата 4,8; 6,0 и 7,5 м	2,0–3,0
Kuhn Cultimer 400/500	Представляет собой многофункциональный культиватор со стойками для пожнивной обработки почвы. Предназначен для работы в верхнем пахотном слое (6–7 см), а также для глубокого рыхления почвы до 30 см. Ширина захвата 4–5 м	3,0–4,0
Kuhn Prolander 7500	Глубокорыхлитель с вибрационными зубьями для лущения стерни или подготовки семенного ложа даже при наличии пожнивных остатков	3,0–4,0
Lemken Kristal 9	Стерневой культиватор. Обеспечивает оптимальное качество работы при стерневой обработке почвы. Ширина захвата до 6 м	1,4–3,0
Lemken Karat 9/300/350/400	Агрегат предназначен для первоначальной поверхностной и сплошной стерневой обработки почвы после уборки, а также для последующей обработки с интенсивным перемешиванием. Может использоваться для предпосевной обработки почвы перед посевом по мульче. Ширина захвата от 3,0 до 4,0 м	2,0–3,0
Lemken Топаз 140-5/7/9	Многофункциональный компактный культиватор. Работает со сменными стрельчатыми лапами при обработке почвы без плуга. Может применяться для глубокого рыхления узкими долотами без перемешивания почвы. Ширина захвата от 2,5 до 4 м	3,0–4,0
NZ-Aggressive 500-1000	Культиватор типа зубовой бороны для подготовки семенного ложа с шириной захвата от 5 до 10 м, оснащен выравнивателем. Высокоинтенсивная культивация сокращает количество проходов и сохраняет влагу в почве	2,0–4,0
Summers SuperChisel	Культиватор стерневой для глубокого рыхления почвы на глубину до 30 см, подрезания и заделывания растительных остатков, последующего выравнивания поверхности. Чаще всего его применяют для обработки полей осенью, сразу после уборки урожая. Ширина захвата от 8,53 до 12,19 м	1,4–3,0
Väderstad Ferox 500ST/600T/600/700/900	Легкий культиватор для обработки почвы на глубину 10–12 см и подготовки семенного ложа. Осуществляет активную культивацию, обеспечивая крошение комьев и выравнивание почвы, подходит для подготовки почвы под посев мелкосеменных культур. Ширина захвата от 4,95 до 8,95 м	2,0–4,0
Väderstad Opus	Мощный культиватор, который может работать на глубине до 40 см со значительным количеством растительных остатков. Модельный ряд представлен четырьмя машинами с рабочей шириной 4; 5; 6 и 7 м	2,0–4,0
Väderstad RexiusTwin	Способен выравнивать (при необходимости почти перемещать почву), крошить комья и прикатывать на большой скорости с высокой интенсивностью. Ширина захвата от 4,5 до 10,3 м	2,0–4,0

1	2	3
Väderstad TopDown	Многофункциональный дисколаповый культиватор для проведения не только поверхностных, но и глубоких обработок почвы. Обеспечивает перемешивание пожнивных остатков, рыхление почвы лапами и прикатывание за один проход. Ширина захвата от 3,0 до 7,0 м	2,0–4,0
Дискаторы		
АДН 2,5/3,0/3,5/ 4,0	Агрегат дисковый навесной. Предназначен для основной и предпосевной обработки почвы по энерго- и ресурсосберегающей технологии при возделывании зерновых, технических и кормовых культур, лущения стерни, разделки дернины лугов и пастбищ, рыхления верхнего слоя почвы, выравнивания поверхности поля, уничтожения сорняков. Ширина захвата от 2,5 до 4,0 м. Глубина обработки до 15 см	1,4–3,0
АД-600 «Рубин»	Короткая дисковая борона. Обеспечивает на тяжелых почвах интенсивное и равномерное перемешивание органической массы и почвы на глубину до 16 см, при этом значительно снижаются потери влаги от испарения. Ширина захвата 6,0 м	5,0
АДК-3/6/8	Агрегат дисковый комбинированный. Предназначен для рыхления и подготовки почвы под посев зерновых культур, измельчения и заделки в почву пожнивных остатков и сорной растительности. Ширина захвата от 3 до 6 м. Глубина обработки до 16 см	1,5–6,0
АДУ-6-АКД	Предназначен для основной обработки почвы, а также подготовки почвы под посев, уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков без предварительной вспашки и обработки почвы после уборки толстостебельных пропашных культур. Ширина захвата 6 м. Глубина обработки от 3 до 19 см	5,0
АМП-5	Агрегат для подготовки почвы, в том числе стерни под посев сельскохозяйственных культур, заделки удобрений. Ширина захвата 5 м. Глубина обработки дисковыми секциями 7–9 см, лапами – 10–16 см	5,0
АП-6 «Берестье»	Предназначен для основной и предпосевной обработки почвы под зерновые, технические и другие культуры, а также лущения стерни, улучшения пастбищ и лугов. Производит измельчение и заделку растительных остатков и сорной растительности. Ширина захвата 6 м. Глубина обработки 5–16 см	5,0
АПД-6	Агрегат дисковый. Предназначен для лущения стерни, для предпосевной обработки почвы, обработки почвы после внесения жидкого навоза. Ширина захвата 6 м. Глубина обработки 6–12 см	5,0
АПМ-6А	Предназначен для мульчирующей обработки почвы в системе почвозащитного земледелия, а также послеуборочного измельчения и заделки в почву растительных остатков высокостебельных культур (кукуруза на зерно и силос, подсолнечник, рапс, зеленые удобрения). Ширина захвата 6,0 м. Глубина обработки 6–25 см	5,0
АПН-3, АПН-4	Предназначены для неглубокой, смешивающей обработки стерни (лущение), предпосевной обработки почвы после внесения жидкого навоза, а также для разделки пластов почвы после вспашки лугов и пастбищ. Ширина захвата 3–4 м. Глубина обработки 5–12 см	2,0–3,0

1	2	3
Agrisem Disc-O-Mulch	Дискатор с независимыми стойками дисков, усиленной рамой с дисками разных диаметров, что позволяет первому ряду разрезать пожнивные остатки, а второй ряд, в свою очередь, подготавливает семенное ложе. Ширина захвата от 3 до 9 м	4,0–5,0
Gregoire-Besson DISCOPAK DCK	Агрегат оснащен прутковым катком диаметром 500 мм, который прикатывает почву, а также контролирует глубину обработки. Благодаря дискам большого диаметра агрегат может работать в условиях с большим количеством пожнивных остатков	4,0–5,0
Horsch Joker HD	Предназначен для быстрой, поверхностной и интенсивной стерневой обработки, предпосевной подготовки почвы, измельчения большого количества соломы, навоза и промежуточных культур. Ширина захвата от 5,0 до 7,5 м. Глубина обработки 10–18 см	3,0–5,0
Kuhn OPTIMER	Дисковый луцильник. Глубина обработки 3–10 см, с шириной захвата от 3 до 7,5 м. Используется на полях с большим количеством пожнивных остатков	3,0–4,0
Väderstad Carrier	Прицепной стерневой дискатор шириной от 2,64 до 12,25 м. Используется для высокоскоростной первичной обработки почвы и подготовки семенного ложа при низких затратах на топливо	4,0–5,0
Бороны зубовые		
БЗГТ-25	Борона зубовая гидрофицированная тяжелая для предпосевной подготовки почвы и послепосевного боронования. Может использоваться для боронования стерни и пахоты, заделки минеральных удобрений и растительных остатков. Ширина захвата 25,7 м	5,0–6,0
БЗЛ-0,2	Борона для разделки верхнего слоя почвы после обработки плугом или культиватором на глубину до 4 см, уничтожения всходов сорняков, выравнивания поверхности почвы, дробления комков. Ширина захвата 0,53 м	0,6–0,9
БЗЛ-0,7	Легкая борона для рыхления почвы и выравнивания ее поверхности, дробления комков, уничтожения сорняков, а также для боронования всходов зерновых и технических культур. Ширина захвата 3×0,7 м	0,6–0,9
БЗТ-1,0	Предназначена для боронования всходов зерновых и технических культур на повышенных скоростях. Ширина захвата 0,95 м. Глубина обработки до 8 см	1,4
БЗС-1,0	Средняя борона для рыхления почвы, уничтожения сорняков, выравнивания поверхности почвы, дробления комков, боронования всходов зерновых и технических культур. Ширина захвата 0,95 м. Глубина обработки до 4 см	1,4
БЛН-6	Борона луговая навесная. Предназначена для ухода за лугами и пастбищами. Ее главное назначение – выравнивание поверхности почвы от кротовин и навоза, снятие плесени с поверхности. Также борона может использоваться для выравнивания почвы перед посевом	1,4–2,0
БПН-7,5	Предназначена для закрытия влаги в период предпосевного боронования озимых и пропашных культур, довсходового и послеवсходового боронования, удаления сорняков, сбора в валки пожнивных остатков, повторного боронования технических культур. Ширина захвата 7,5 м	1,5–2,0

1	2	3
БС-24М	Борона средняя пружинная для закрытия влаги перед посевом зерновых и технических культур, довсходового и послевсходового боронования, заделки минеральных удобрений, уничтожения сорняков в фазе белой нити. Ширина захвата 24,3 м. Глубина обработки до 6 см	2,0–4,0
БСН-4	Предназначена для рыхления почвы и выравнивания ее поверхности, дробления комков, уничтожения всходов сорняков, а также для боронования картофеля и разравнивания гребней	0,6–0,9
ЗБЗСС-1	Предназначена для рыхления почвы и выравнивания ее поверхности, уничтожения всходов сорняков, дробления комков, а также для боронования всходов зерновых и технических культур	0,6–0,9
ЗБЗТУ-1	Борона тяжелая для дробления комков, рыхления почвы после вспашки, выравнивания ее поверхности, уничтожения всходов сорняков и заделки минеральных удобрений	1,4
ЗБП-0,6	Предназначена для мелкого рыхления почвы под посев мелкосеменных культур, заделки семян, минеральных удобрений, разрушения почвенной корки, уничтожения всходов сорняков. Ширина захвата 1,77 м, глубина обработки 5–6 см	0,9–1,4
ОР-0,7	Борона для рыхления почвы под посев мелкосеменных культур, выравнивания поверхности почвы, уничтожения всходов сорняков, разрушения почвенной корки, образовавшейся после полива или дождя. Глубина обработки 2–4 см. Ширина захвата 2,21 м	1,4
Väderstad NZ Mounted 400-500	Навесная зубовая борона с шириной захвата 4 или 5 м. Обеспечивает мощную культивацию, крошит комья и выравнивает почву, уничтожает всходы сорняков, разрушает почвенную корку	1,4–2,0
Summers Superharrow Plus	Тяжелая зубовая борона. Предназначена для минимальной обработки почвы. Эффективно выравнивает рельеф поля, равномерно распределяет измельченную солому, производит частичную заделку пожнивных остатков. Ширина захвата от 14,6 до 25,6 м	5,0–6,0
VELES БТ	Применяется для весеннего закрытия влаги, вычесывания сорняков в их нитевидной стадии развития, заделки минеральных удобрений, подготовки почвы к посеву, довсходового и послевсходового боронования посевов культур. Ширина захвата от 9 до 26 м. Глубина обработки до 7,5 см	2,0–4,0
Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты		
АДУ-6-АКЧ	Агрегат для перезалужения, основной, предпосевной обработки почвы, а также уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков, в том числе и толстостебельных без предварительной вспашки. Ширина захвата 4,0–6,0 м. Глубина обработки 5–45 см	5,0
АКМ-4	Предназначен для подготовки окультуренных почв под посев озимых зерновых, пожнивных, крестоцветных и поукосных культур, а также для лущения жнивья, осенней обработки полей после уборки кукурузы, свеклы и картофеля, ранней обработки зяби. Ширина захвата 4 м. Глубина обработки 6–18 см	3,0
АКМ-6	Предназначен для лущения жнивья, полупаровой осенней обработки зяби, осенней обработки полей после уборки кукурузы, свеклы и картофеля, ранневесенней обработки зяби, а также для подготовки почв за два прохода под посев озимых зерновых, пожнивных и поукосных культур. Ширина захвата 6 м. Глубина обработки 6–16 см	5,0

1	2	3
АКП-3/4/6	Агрегат для подготовки под посев средних и тяжелых минеральных почв. Выполняет рыхление, выравнивание и прикатывание почвы. Ширина захвата 3,0–6,0 м. Глубина обработки 12–15 см	2,0–3,0
АКШ-3,6	Агрегат для предпосевной обработки почвы после культивации и вспашки. Выполняет за один проход рыхление, выравнивание и прикатывание почвы. Ширина захвата 3,6 м. Глубина обработки 4–8 см	1,4–2,0
АКШ-6,0/7,2	Агрегат для предпосевной обработки любых типов почв. Выполняет за один проход рыхление, выравнивание и прикатывание. Ширина захвата 6,0/7,2 м. Глубина обработки 4–8 см	2,0–3,0
АПМ-6.01 STROM Finisher	Компактный дисколаповый лушитель. Перемешивает пожнивные остатки после уборки на глубину до 15 см. За один проход подрезает, перемешивает, разравнивает, измельчает комки и уплотняет почву. Ширина захвата 6 м	4,0–6,0
АПМ-6/7 STROM Swifterdisc	Короткий дискатор с индивидуальным креплением каждого диска диаметром 560 мм. Предназначен для лушения стерни на глубине до 10 см. Ширина захвата 7 м	4,0–6,0
АПО-3	Предназначен для традиционной и минимальной обработки почвы под зерновые, технические и кормовые культуры, а также для перекалужения и лушения стерни. Ширина захвата 3 м. Глубина обработки 8–20 см	2,0
АПУ- 6,5/6,5П	Агрегат для обработки различных почв, в том числе тяжелых, иссушенных и избыточно увлажненных, во все периоды полевых работ: под озимые, яровые и поукосные посевы. Ширина захвата 6,5 м. Глубина обработки дисками до 9 см, лапами – до 16 см	3,0–5,0
АПШ-9	Универсальный агрегат для предпосевной обработки почвы и стерни. Имеет навесной и полунавесной способ агрегатирования. Ширина захвата 9 м	4,0–5,0
GASPARDO TERREMO- TO	Универсальный комбинированный агрегат. Применяется для заделки пожнивных остатков и предпосевной обработки почвы по технологии Mini-Till. Ширина захвата 4 м. Глубина обработки до 25 см	3,0–4,0
Lemken Компактор	Комбинированное орудие, обеспечивающее оптимальное качество предпосевной обработки почвы при высокой производительности. Ширина захвата от 3 до 12 м	0,6–1,4
Lemken Корунд	Универсальное орудие для предпосевной обработки почвы с разнообразными рабочими органами и катками. За один проход выполняет крошение, выравнивание, уплотнение, сохранение влаги в почве, прикатывание почвенного слоя. Ширина захвата от 3 до 9 м	1,4–5,0
Väderstad Carrier CR 300/350/400	Агрегат для лушения стерни, предпосевной подготовки семенного ложа, выравнивания зяби, измельчения и перемешивания соломы и сорных растений. Ширина захвата от 3 до 4 м	2,0–4,0
Väderstad Carrier L/XL	Агрегат как для поверхностной, так и глубокой обработки почвы. За один проход измельчает солому, зеленую массу промежуточных культур, кукурузную стерню, срезает, разбивает и выравнивает плужные борозды. Ширина захвата 4,25–8,25 м	3,0–4,0

1	2	3
Väderstad NZ- AGGRES- SIVE	Культиватор для подготовки семенного ложа. За один проход выполняет крошение, выравнивание, уплотнение почвенного слоя. Ширина захвата 5–10 м. Глубина обработки до 10 см	2,0–5,0
Väderstad Top Down	Высокоэффективный универсальный культиватор, способный выполнять одновременно за один проход и поверхностную, и глубокую культивацию. Ширина захвата 3–9 м. Глубина обработки до 30 см	3,0–6,0
Агрегаты для нулевой обработки почвы		
МПП-3	За один проход обеспечивает предпосевную подготовку почвы и бессошниковый высев семян с одновременным прикатыванием посева и мульчированием. Данная посевная машина может использоваться как дисковая борона. Ширина захвата 2,97 м. Глубина обработки до 6 см	2,0–3,0
СПП-3,6	Предназначен для прямого посева зерновых и крестоцветных культур на минеральных почвах. Может использоваться для подсева трав в дернину, также обеспечивает внесение в почву одновременно с посевом гранулированных минеральных удобрений. Ширина захвата 3,6 м. Глубина заделки семян 1–5 см	1,4–2,0
GreatPlains NTA	Пневматическая стерневая сеялка с шириной захвата 10,67 м, с бункером для семян и удобрений. Тщательно очищает борозду, разрезает и раздвигает пожнивные остатки и частично выполняет функцию вспашки с заделкой растительных остатков	4,0–5,0
Kuhn SD 6000 R	Осуществляет культивацию за один проход при минимальном воздействии на почву. Равномерный посев происходит при любом рельефе, а постоянная глубина поддерживается благодаря дисковым сошникам. Ширина захвата 6 м	2,0–4,0
Väderstad RAPID	Мощные высевающие диски высокопрочной стали с плотным прилеганием сошника дают возможность использовать этот агрегат для прямого посева (No-Till), минимальной обработки, а также сеять после вспашки с одновременной культивацией. Можно высевать различные культуры – от сидератов и рапса до кукурузы и сои. Ширина захвата 6 м	1,4–2,0
Комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты		
АКПД-6Р	Предназначен для предпосевной обработки почвы с одновременным посевом в подготовленную почву семян зерновых, зернобобовых культур, рапса и семян трав. Посевной комплекс используется на легких, средних и тяжелых почвах. Ширина захвата 6 м	5,0
АПП-3/3-01	АПП-3 – агрегат для работы на всех типах дерново-подзолистых почв, а АПП-3-01 – как на дерново-подзолистых, так и на легких минеральных и торфяных почвах. Ширина захвата 3 м	4,0–5,0
АПП-6А	Агрегат для предпосевной обработки почвы с одновременным посевом зерновых, зернобобовых и крестоцветных культур. Рабочая ширина захвата 6 м	5,0
АПП-4	Агрегат для предпосевной обработки средних и тяжелых почв и посева зерновых, зернобобовых, крестоцветных культур и льна. Основное преимущество – совмещение предпосевной обработки почвы и посева в одну операцию после вспашки плугом. Рабочая ширина захвата 4 м. Глубина обработки 5–15 см	5,0

1	2	3
АПП-6АБ	Состоит из навешиваемого на переднюю навеску трактора двухсекционного бункера и на заднюю активной вертикально-роторной бороны и сошников бруса с сошниками, распределителями. Ширина захвата 6,0 м	5,0
АПП-6П	Агрегат для предпосевной обработки почвы с одновременным посевом зерновых, зернобобовых и крестоцветных культур. Рабочие органы – стрельчатые лапы и полусферические диски. Глубина обработки до 15 см. Ширина захвата 6 м	5,0
АППА-6	Агрегат для предпосевной обработки всех типов минеральных почв и посева зерновых, зернобобовых, крестоцветных культур, льна. Может использоваться в отвальных и безотвальных системах обработки почвы и посева. Ширина захвата 6,0 м	3,0–5,0
АППА-6-02	Агрегат для предпосевной обработки почвы и посева зерновых, зернобобовых с одновременным внесением фосфорных удобрений в отвальной и безотвальной системах обработки почвы и посева на суглинистых, глинистых и торфяных почвах. Ширина захвата 6 м	3,0–5,0
АППМ-4	Предназначен для обработки почвы после вспашки с одновременным высевом или для мульчированного сева зерновых, зернобобовых, крестоцветных культур и льна. Глубина обработки до 15 см. Ширина захвата 4 м	2,0–4,0
АППМ-6	Предназначен для предпосевной обработки почвы и посева зерновых культур, бобовых, крестоцветных, льна, трав и травосмесей. Ширина захвата 6 м. Глубина обработки до 15 см	5,0
Amazonе Cirrus	Агрегат с двухрядной дисковой бороной, который обеспечивает предпосевную подготовку почвы и посев за один проход. Ширина захвата 3; 4 и 6 м	4,0–5,0
Horsh Pronto 4 DC	После вспашки, в условиях минимальной обработки или при прямом посеве в стерню обеспечивает разбивание комков, выравнивание, уплотнение, посев и прикатывание. Рабочая ширина 4 м	1,4–3,0
Lemken Compact- Solitair	Пневматическая сеялка совместно с почвообрабатывающим агрегатом для подготовки почвы к посеву. Рабочая ширина от 3,0 до 4,0 м. Применяется для традиционной и минимальной обработки почвы	3,0
Lemken Rapid	Предназначен для предпосевной обработки почвы с одновременным посевом зерновых, зернобобовых культур, рапса и семян трав. Используется на легких, средних и тяжелых почвах. Ширина захвата 6 м	3,0–4,0
Lemken Saphir	Механическая сеялка. Предназначена как для традиционной, так и для мульчирующей технологии посева, с шириной захвата от 2,5 до 4,0 м	3,0–4,0
Morris Concept 2000	Универсальный агрегат. Используется при минимальной и традиционной обработке почвы, а также пригоден для перехода с традиционной обработки почвы на минимальную. Ширина захвата до 12 м	5,0
Morris Maxim II	Сеялка культиваторного типа. Может сеять, вносить удобрения и прикатывать почву. Копирование почвы и прикатывание обеспечивают равномерное прорастание и созревание посевов даже в условиях недостатка влаги. Возможная ширина захвата от 8 до 18 м	3,0–6,0
Rabe Mega Seed	Полунавесной пневматический посевной агрегат для традиционного и мульчированного посева. Ширина захвата от 3 до 6 м	3,0–4,0

1	2	3
Rabe MegaSeed T	Прицепная сеялка с почвообрабатывающей приставкой. Ширина захвата 3; 4; 4,5 и 6 м. Предназначена как для обычного посева по вспашке, так и для мульчированного сева	3,0–4,0
Агрегаты для ухода за посевами		
АБ-6, АБ-9, АБ-12	Агрегат для обработки посевов зерновых и других культур в фазе нитевидной стадии развития корневой системы сорняков, для борьбы со снежной плесенью, разрушения почвенной корки. Ширина захвата от 6 до 12 м	1,4–2,0
АК-2,8	Окучник-культиватор. Предназначен для довсходовой и послевсходовой междурядной обработки картофеля с целью рыхления почвы и уничтожения сорняков. Применяется при посадке 4-рядными картофелесажалками с междурядьями 70 см на всех видах почв с влажностью до 27 %	1,4–2,0
КГО-3,0	Предназначен для формирования гребней перед посадкой картофеля, а также довсходового и послевсходового формирования трапецеидальных гребней 4-рядных посадок картофеля. Обеспечивает качественное рыхление почвы на заданную глубину с уничтожением сорняков	1,4
КЛГ-5,4	Предназначен для ресурсосберегающей междурядной обработки посевов свеклы и кукурузы с одновременным ленточным внесением гербицидов или жидких минеральных удобрений на всех типах почв. Ширина захвата 5,4 м. Глубина обработки 6–14 см	2,0–3,0
КМС-5,4-0,1	Предназначен для междурядной обработки 12-рядных посевов сахарной и кормовой свеклы, сои и других культур, высеянных с междурядьем 45 см. Ширина захвата 5,4 м. Глубина обработки 6–10 см	0,6–1,4
ОЧ-2,8	Предназначен для нарезки гребней, довсходовой и послевсходовой обработки междурядий 4-рядных посадок картофеля с одновременным боронованием по всходам и окучиванием. Глубина обработки до 12–17 см	1,4
Специальные агрегаты		
Почвоуплотнители (катки)		
3 ККШ-6	Каток кольчато-шпоровый трехсекционный (чугунный). Предназначен для предпосевного и послепосевного прикатывания почвы. Разрыхляет верхний слой и уплотняет поверхностный, разрушает корку и комья, частично выравнивает вспаханное поле. Создает влагосберегающий слой почвы во время вспашки, культивации, дискования и боронования. Ширина захвата 6,1 м	1,4–2,0
5 ККШ-10	Каток кольчато-шпоровый (чугунный). Предназначен для предпосевного и послепосевного прикатывания почвы. При прикатывании почвы до посева каток выравнивает поверхность почвы, разбивает комки и уплотняет почву	1,4–2,0
Cambridge-Ital	Катки используются для дополнительной обработки поля перед посевом, измельчения комков, выравнивания поверхности. Дальнейшее применение – для обработки поля после посева, в результате чего повышается возможность ускорения всходов и улучшения вегетации	1,4–2,0

1	2	3
Gamybos-Ti-Ital	Каток водоналивной трехсекционный. Предназначен для предпосевного и послепосевного прикатывания легких и торфяных почв	1,4–2,0
Lemken BarioПак	Почвоуплотнители выпускаются с 1- и 2-рядными катками, с диаметром 700 или 900 мм. Применение прикатывающего катка обеспечивает дополнительное размельчение комков почвы и ее выравнивание	1,4–3,0
Tigges UPN-900-290	Предназначен для предпосевного прикатывания почвы. При прикатывании почвы до посева каток выравнивает поверхность почвы, разбивает комки и уплотняет почву. Ширина захвата 2,9 м	1,4–2,0
Väderstad Rexius RS-650/820/940/1020	Предназначены для дробления глыб, выравнивания и уплотнения пахотного слоя почвы. Укомплектовываются шпоровыми кольцами и выравнивающими досками. Ширина захвата от 6,5 до 10,20 м	1,4–2,0
Глубокорыхлители		
ЩН-3,8	Щелерез навесной. Предназначен для обработки и углубления пахотного слоя по отвальным и безотвальным фонам без оборота пласта, глубокого рыхления почвы, улучшения дренажных свойств почвы. Глубина обработки до 60 см	5,0
AGRISEM Combiplow, Cultiplow, Combimulch, Agromulch	Предназначены для обработки почвы по безотвальной технологии. Глубокорыхлители применяются для борьбы с сорняками, а также для борьбы со скрытостебельными вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных растений, производят лущение (поверхностное рыхление) стерни после уборки урожая на глубину до 68 см	4,0–6,0
Gaspardo ARTIGLIO	Навесное оборудование, состоящее из двух серий зубьев с прогрессивным проникновением и регулируемыми рыхлителями, с максимальной рабочей глубиной 65; 55 и 45 см	3,0–5,0
HELIOS	Предназначен для выполнения глубокой обработки, не нарушающей структуру профиля, с целью лучшего просачивания воды и насыщения почвы кислородом. Ширина захвата от 2 до 8 м. Глубина обработки до 55 см	4,0
Kret	Предназначен для рыхления нетронутых во время традиционной вспашки слоев почвы. Благодаря обработке на глубину до 50 см значительно улучшает дренаж и аэрацию почвы	4,0–5,0
SJ-DS-OL	Оборудован гидравлической системой защиты от перегрузок и предназначен для выполнения работ на каменистых почвах. Ширина захвата от 1,5 до 3,5 м. Глубина обработки 45–55 см	4,0–5,0
Плуги специального назначения		
ПЛД-1,2	Предназначен для обработки почвы полосами с образованием микроповышений под посадку лесных культур на нераскорчеванных, временно переувлажняемых вырубках при числе пней до 600 шт/га	4,0–6,0
ПЛС-0,6	Предназначен для нарезки борозд под лесные культуры на овражно-балочных склонах крутизной до 20°. Ширина захвата 1,35 м. Глубина обработки до 30 см	4,0–6,0
ПТН-3-40	Навесной плуг. Предназначен для вспашки солонцовых почв с удельным сопротивлением до 13 Н/см ² , а также каштановых почв с бесструктурным (распыленным) верхним слоем	4,0–6,0

1	2	3
Агрегаты с активной фрезой		
BERTI NETTUNO	Идеально подходит для обработки почвы в междурядьях на виноградниках и в садах. Ширина захвата 1,8 м. Глубина обработки до 18 см	1,4–2,0
ФЛ-100	Предназначена для предпосевной и междурядной обработки почвы в многолетних насаждениях, на вспаханных и не вспаханных площадях с наклоном до 8° и чистых от камней. Выполняет за один проход сразу несколько действий: рыхление и выравнивание почвы, уничтожение сорной растительности	2,0
ФН-2,8	Фреза почвообрабатывающая. Предназначена для предпосевной обработки грунта различного состава, с уклоном местности и отдельными микронеровностями не более 15 см, под посадки овощных культур, без оборота пласта по фону зяби или весновспашки	1,4–2,0
ERGON 120	Ротационный культиватор для активного измельчения почвы при предпосевной подготовке и измельчения большой массы пожнивных остатков. Ширина захвата от 1,6 до 3,1 м	1,4–2,0
Kuhn EL 122/162/282	Фрезы для предпосевной обработки почвы и создания мелкозернистого почвенного слоя. Глубина обработки 8–26 см. Ширина захвата от 2,5 до 4,5 м	2,0–4,0
PIONEER 260P	Горизонтально-фрезерный культиватор для тяжелых и вязких почв, для измельчения и заделки большой массы пожнивных остатков и сидератов. Глубина обработки до 25 см. Ширина захвата 3,91–4,91 м	2,0–4,0
Гребне- и грядообразователи		
ACLIS	Грядообразователь с одним ротором для подготовки почвы к посеву или высадке рассады за один проход. Формирует гряды до 25 см. Оснащены прикатывающими катками различных видов: сетчатыми, трубчатыми, зубчатыми, уплотняющими или гладкими	1,4–3,0
COSMECO B1	Компактная модель. Предназначена для формирования ровных калиброванных гряд в теплицах или в открытом грунте	1,4–3,0
Forigo TD45	Грядообразующая фреза с рабочей шириной от 1,5 до 2,0 м. Предназначена для формирования грядков перед сепарацией или культивацией почвы перед посадкой	1,4–2,0
Grimme GH	Двухрядный окучивающий гребнеобразователь. Подходит для выращивания культур в грядах с шириной междурядий от 75 до 91,4 см. Использование гребнеобразователя отдельных рядков возможно до их смыкания	1,4–2,0
RS HBX 2000	Предназначен для междурядной обработки пассивными режущими и рыхлящими рабочими органами посадок картофеля с одновременным формированием объемных гребней с расстоянием между ними 70–75 см	1,4–2,0
Rumptstad RSRR	Предназначен для окончательного формирования гряд путем придавливания или уплотнения рыхлой почвы. Ширина захвата 3,1 м	1,4–3,0
UFO 97, UFO 97/1	Культиватор-гребнеобразователь. Предназначен для работ по уходу за картофелем на средних и легких почвах. Ширина захвата 3,2 и 1,65 м соответственно	1,4–2,0
VRD-3/5	Гребнеобразователь дисковый 2- и 4-рядный. Предназначен для гребнеобразования, окучивания и прополки междурядий	1,4–2,0

Общие энергозатраты включают косвенные энергозатраты, прямые энергозатраты и удельные энергозатраты живого труда.

Прямые энергозатраты (МДж/га) определяются по удельному расходу топлива на единицу площади:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = d \cdot p,$$

где d – удельный расход топлива, кг/га;

p – энергетический эквивалент применяемого топлива, МДж/кг (табл. 9).

Таблица 9. Энергетические эквиваленты основных энергоносителей

Энергоноситель	Энергетический эквивалент, МДж/кг
Электроэнергия, кВт · ч	12,0
Топливо условное, кг	36,0
Каменный уголь, кг	24,0
Бурый уголь, кг	20,0
Мазут, кг	50,0
Дизельное топливо, кг	52,7
Бензин, кг	54,5
Газ природный, м ³	40,0

Удельный расход топлива (кг/га) рассчитывается по формуле

$$d = Q_{\text{ч}} : W_{\text{ч}},$$

где $Q_{\text{ч}}$ – часовой расход топлива, кг/ч (табл. 10);

$W_{\text{ч}}$ – средняя часовая производительность, га/ч (табл. 11).

Таблица 10. Расход топлива тракторами при номинальной мощности

Трактор	Удельный расход топлива, г/(кВт · ч)	Часовой расход топлива, кг/ч
1	2	3
МТЗ-80	229	13,7
МТЗ-82	–	12,3
МТЗ-1021	236	18,2
МТЗ-1025	236	18,2
МТЗ-1221	261	25,0
МТЗ-520	–	10,6
МТЗ-1523	199	22,7
МТЗ-2002	–	40,0
МТЗ-2522ДВ	–	50,7
МТЗ-2022.3	–	40,0
МТЗ-2103	–	33,6
МТЗ-3022ДВ	–	44,0
МТЗ-530	–	10,1
МТЗ-590	–	9,0

MT3-550	240	10,1
MT3-1222	—	25,0
MT3-622	—	9,0
MT3-800	—	14,0
MT3-82P	—	14,0
MT3-890	—	15,0
MT3-900	—	15,0
MT3-922	—	15,0
MT3-923	—	15,0
BT3-2032A	—	7,0
T-150 (гусеничный)	220	24,2
T-150K	220	28,0
K-700	252	42,5
K-701	—	52,0
K-744P2 «Кировец»	205	53,3
MT735B (Challenger)	—	38,5
MT875B (Challenger)	—	93,0
820 Vario (FENDT)	200	28,0
922 Vario (FENDT)	200	28,0
936 Vario (FENDT)	198	48,1
716 Vario (FENDT)	200	22,0
414 Vario (FENDT)	204	19,6
308 Ci Farmer (FENDT)	215	16,2
ATLES 936 (CLAAS)	227	41,8
BT-150Д	228	25,1

Таблица 11. Средняя часовая производительность тракторов, сельхозмашин и энергетические эквиваленты косвенных энергозатрат

Виды сельхозтехники	Марки (класс – для тракторов)	Производительность, га/ч	Энергетический эквивалент, МДж/ч
1	2	3	4
Тракторы	0,4–1,4	1,0	55,0
	2,0	1,5	119,0
Тракторы	3,0	2,0	133,0
	4,0	2,0	180,0
	5,0	2,5	200,0
	6,0	3,0	250,0
Плуги	ПБН-3/6-50А	1,1–2,5	75,0*
	ПГП-3-35Б	0,54–0,72	
	ПГП-4-40-3	1,12–1,44	
	ПГП-7-40АМ	1,96–2,5	
	ПКМ-5-40Р	1,0–2,2	
	ПКМ-6-40Р	1,2–2,6	
	ПКМП-3-40Р	0,9–1,1	
	ПКМП-4-40Р	1,1–1,4	
	ПЛН-3-35П	0,5–0,7	
	ПЛН-4-35	0,5–0,7	
	ПЛН-4-35П	0,5–0,7	

1	2	3	4
	ПЛН-4-40	1,4–1,6	
	ПЛН-5-35А	1,05–1,57	
	ПЛН-5-35П	0,87–1,4	
	ПЛП-7-35	1,96–2,45	
	ПЛН-8-35	2,6–2,8	
	ПЛН-9-35	2,2–2,8	
	ПНО-3-40/55	0,84–1,48	
	ПНП-4-40-1	1,18–1,44	
	ПНП-5-40	1,4–1,8	
	ПНП-7-40	1,96–2,52	
	ПОПГ-4-40	1,12–1,44	
	ППЗ-5-40	1,4–1,8	
	ППН 8.30/50	1,6–3,2	
	ППО-(4+1)-40	1,1–1,8	
	ППО 9.30/45	2,0–2,4	
	ППО-8-40-01	2,24–3,2	
	ППО-8-40К	2,24–3,2	
	EuroDiamant Lemken	2,1–2,5	
	EuroOpal Lemken	1,1–1,5	
	EuroTitan Lemken	2,1–2,5	
	Juwel 8V Lemken	2,1–2,5	
	Marabu Rabe	1,5–1,8	
	Multi-Master 112	1,1–1,6	
	RY-416	1,4–1,8	
	SPER Y8 816	1,4–1,8	
	SPSL Y9 816	1,4–1,8	
	SPY 9-516	1,4–1,8	
	VariDiamant Lemken	2,5–3,0	
	Vari-Master L On-Land	2,2–2,5	
	VariOpal Lemken	2,0–2,5	
	VariTanzanit Lemken	2,5–3,0	
	VariTitan Lemken	2,5–3,0	
Бороны дисковые	БДП-4000 (3200, 3, 5, 7)	3,0–4,4	75,0*
	БДТ-7У «А»	5,0–7,0	
	БНД-3	1,6–2,1	
	БПД-3М	2,0–2,6	
	БПД-7MW	5,0–7,6	
	БПТД-3	1,8–3,6	
	БПТД-3-01	1,8–3,6	
	БПТД-7	2,9–5,8	
	Гелиодор Lemken	2,4–5,6	
	Л-111-01	1,0–1,4	
	Л-113-03	1,6–1,8	
	Л-114А-02	6,0–7,2	
	ЛДВ-2,4/4/6	1,42–5,4	
	Рубин Lemken	3,0–5,0	
	Рубин 12 Lemken	3,0–5,0	
	Рубин 9 Lemken	3,0–5,0	
			300,0*

1	2	3	4
	Циркон Lemken	1,4–2,0	
	1BZ	2,0–3,0	
	DXRV II 666-36	2,1–3,0	
	Kverneland Visio 200	3,5–4,1	
	Amazone Catros	3,0–4,0	
	Kverneland Qualidisc Farmer	2,5–3,5	
Культиви- торы	КНК-4; КНК-4К	3,0–10,0	95,0*
	КНК-6/2; КНК-6К/2	3,0–10,0	
	КП-6,0	4,2–4,8	
	КП-9	7,2–9,0	
	КПК-4; КПК-4К	3,30–3,49	
	КПМ-4/8	7,0–8,0	
	КПН-5,6	4,0–4,6	
	КПС-6М	4,5–5,0	
	КПЧ-6	5,4	
	КФУ-3,2/4,0/7,3/7,8	2,1–8,8	
	КЧ-5,1	1,7–2,6	
	КЧД-6	3,6–6,0	
	Horsh Tiger 5AS/6AS/8AS	5,0–6,0	95,0*
	Kuhn Cultimer 400/500	5,0–7,0	
	Kunh Prolander 7500	6,0–7,0	
	Lemken Karat 9/300/350/400	3,0–5,0	
	Lemken Kristal 9	3,0–5,0	
	Lemken Топаз 140-5/7/9	7,0–9,0	
	NZ-Aggressive 500-1000	7,0–8,0	
	Summers Super Chisel	3,0–5,0	
	Väderstad Ferox 500ST/600T/ 600/700/900	6,0–8,0	
	Väderstad Opus	8,0–9,0	
Бороны зубовые	БЗГТ-25	3,5–4,0	50,0*
	БЗЛ-0,2	2,0–2,2	
	БЗЛ-0,7	2,0–2,2	
	БЗС-1,0	1,2–1,5	
	БЗТ-1,0	1,2–1,5	
	БЛН-6	3,0–6,0	
	БПН-7,5	4,5–9,0	
	БС-24М	2,9–4,3	
	БСН-4	2,0–2,7	
	ЗБЗСС-1	1,2–1,5	
	ЗБЗТУ-1	1,8–2,0	
	ЗБП-0,6	1,4–1,6	
	ОР-0,7	1,4–1,5	
	NZ Mounted 400-500	2,5–4,0	
	Summers Superharrow Plus	3,0–4,2	
	VELES БТ	2,7–4,3	

1	2	3	4
Комбини- рованные почвообра- батываю- щие агре- гаты	АДУ-6-АКЧ	3,9–8,4	80,0*
	АКМ-4	2,4–4,0	
	АКМ-6	3,0–5,6	
	АКП-3/4/6	1,2–4,8	
	АКШ-3,6	2,0–2,5	
	АКШ-6,0/7,2	4,0–4,2	
	АПМ-6.01 STROM Finisher	4,5–6,0	
	АПМ-6/7 STROM Swifterdisc	4,5–7,2	
	АПО-3	2,1–3,0	
	АПУ-6,5/6,5П	4,0–4,5	
	АПП-9	5,0–9,2	
	GASPARDO TERREMOTO	3,0–4,0	
	Lemken Компактор	5,0–8,0	
	Lemken Корунд	4,0–5,0	
	Väderstad Carrier CR 300/350	2,0–3,0	
Дискаторы	АДН 2,5/3,0/3,5/4,0	2,5–4,5	300,0*
	АД-600 «Рубин»	6,0–9,0	
	АДК-3/6/8	4,0–9,0	
	АДУ-6-АКД	8,4–9,0	
	АМП-5	4,2–5,0	
	АП-6 «Берестье»	4,8–8,4	
	АПД-6	4,8–6,0	
	АПМ-6А	3,6–7,8	
	АПП-3/4	3,4–4,2	
	Agrisem Disc-O-Mulch	5,0–6,0	
	DISCOPAK DCK	4,8–5,5	
	Horsch Joker HD	6,0–7,0	
	Kuhn OPTIMER	5,0–5,5	
	Väderstad Carrier	6,0–7,0	
Агрегаты для нуле- вой обра- ботки поч- вы	МПП-3	4,16–4,22	70,0*
	СПП-3,6	2,74–3,6	
	GreatPlains NTA	9,5–16,0	
	Kuhn SD 6000 R	7,0–9,0	
	Väderstad RAPID	9,0–12,0	
Комбини- рованные почвообра- батываю- ще- посевные агрегаты	АКПД-6Р	4,8–9,0	80,0*
	АПП-3/3-01	2,25–2,57	
	АПП-4	1,2–3,2	
	АПП-6А	6,0–10,0	
	АПП-6АБ	1,8–4,6	
	АПП-6П	5,0–7,0	
	АППА-6	4,2–6,0	
	АППА-6-02	4,2–6,0	
	АППМ-4	5,0–7,2	
	АППМ-6	8,0–10,2	
	Amazone Cirrus	5,0–8,0	

1	2	3	4
	Horsh Pronto 4 DC	3,2–5,0	
	Lemken Compact-Solitair	2,96–3,2	
	Lemken Rapid	5,0–8,0	
	Lemken Saphir	5,0–8,0	
	Morris Concept 2000	5,6–10,1	
	Morris Maxim II	5,6–15,1	
	Rabe Mega Seed	5,0–7,0	
	Rabe Mega Seed T	5,0–7,2	
Агрегаты для ухода за посева- ми	АБ-6/9/12	2,0–2,1	85,0*
	АК-2,8	1,75–2,5	
	КГО-3,0	1,8–1,9	
	КЛП-5,4	2,2–4,9	
	КМС-5,4-0,1	1,5–3,0	
	ОЧ-2,8	1,32–2,2	
Почвоуп- лотнители (катки)	3 ККШ-6	7,8	40,0*
	5 ККШ-10	10,0–12,0	
	Cambridge-Ital	4,0–5,0	
	Gamybos-Ti-Ital	5,0–8,0	
	Lemken ВариоПак	6,0–8,5	
	Tigges UPN-900-290	2,0–7,0	
	Rexius RS-650/820/940/1020	7,2–9,0	
Глубоко- рыхлители	ЩН-3,8	2,89	90,0*
	AGRISEM Combiploow, Cultiploow, Combimulch, Agromulch	3,5–5,0	
	Gasparido ARTIGLIO	3,5–5,0	
	HELIOS	3,7–4,8	
	Kret	3,6–4,9	
	SJ-DS-OL	4,0–5,0	
Плуги спе- циального назначения	ПЛД-1,2	0,16–0,2	120*
	ПЛС-0,6	0,5–1,0	
	ПТН-3-40	0,1–0,2	
Агрегаты с активной фрезой	ФЛ-100	0,13–0,2	350*
	ФН-2,8	0,9–1,0	
	BERTI NETTUNO	1,0–1,1	
	ERGON 120	1,1–1,2	
	Kuhn EL 122/162/282	1,1–1,2	
	PIONEER 260P	1,3–1,5	
Гребне- и грядо- образова- тели	ACLIS	1,2–1,4	350*
	COSMECO B1	1,2–1,4	
	Forigo TD45	1,1–1,2	
	Grimme GH	1,4–1,5	
	RS HBX 2000	1,85–1,98	
	Rumptstad RSRR	1,0–1,2	
	UFO 97, UFO 97/1	1,0–1,1	
	VRD-3/5	0,9–1,8	

*В среднем по группам сельхозмашин.

Косвенные энергозатраты (МДж/га) рассчитываются отдельно по тракторам и сельскохозяйственным машинам.

$$\mathcal{E}_k \text{ трактора или сельхозмашины} = K_o : W_{\text{ч}},$$

где K_o – энергетический эквивалент косвенных затрат, МДж/ч (табл. 11);

$W_{\text{ч}}$ – средняя часовая производительность, га/ч (табл. 11).

Суммарные косвенные затраты составляют:

$$\mathcal{E}_k = \mathcal{E}_k \text{ трактора} + \mathcal{E}_k \text{ сельхозмашины}.$$

Удельные энергозатраты живого труда (МДж/га) определяются по известным эквивалентам, разработанным продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) (табл. 12) с учетом часовой производительности агрегата:

$$\mathcal{E}_j = K_{\text{т}} : W_{\text{ч}} \cdot n_{\text{т}} + K_{\text{ж}} : W_{\text{ч}} \cdot n_{\text{ж}},$$

где $K_{\text{т}}$ – энергетический эквивалент живого труда механизатора, МДж/чел.-ч (табл. 12);

$K_{\text{ж}}$ – энергетический эквивалент живого труда вспомогательного рабочего, МДж/чел.-ч (табл. 12);

$W_{\text{ч}}$ – средняя часовая производительность по каждому агрегату или в среднем, га/ч (табл. 11);

$n_{\text{т}}$ – число механизаторов;

$n_{\text{ж}}$ – число вспомогательных рабочих.

Таблица 12. Энергетические эквиваленты затрат живого труда

Категории работ	Энергетический эквивалент, МДж/чел.-ч
Очень легкая (подсобные рабочие)	0,6
Легкая (сеялки, КЗС, агрегаты для приготовления рабочих растворов)	0,9
Средняя (тракторы, грузовые автомобили)	1,26
Тяжелая (комбайны)	1,86
Очень тяжелая (обработка пестицидами)	2,5

Таким образом, *общие энергозатраты* (МДж/га) на проведение обработки почвы составляют:

$$\mathcal{Z}_o = \mathcal{E}_{\text{пр}} + \mathcal{E}_k + \mathcal{E}_j,$$

где $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ – прямые энергозатраты;

$\mathcal{E}_k$ – косвенные энергозатраты;

$\mathcal{E}_j$ – удельные энергозатраты живого труда.

1.3. Энергетическая эффективность обработки почвы

Энергетическая эффективность рассчитывается только после определения энергетических затрат по всем технологическим операциям по обработке почвы, проводимых при возделывании сельскохозяйственной культуры (вспашка, культивация, боронование и т. д.).

Энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД) определяется по формуле

$$q = V : (Z_{o1} + Z_{o2} + \dots + Z_{on}),$$

где q – энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД), ед.;

V – содержание энергии в основной продукции, МДж/га;

$Z_{o1} + Z_{o2} + \dots + Z_{on}$ – общие энергозатраты по всем технологическим операциям, МДж/га.

2. Пример расчета энергетических затрат на обработку почвы

Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы. Состав машинно-тракторного агрегата (МТА): ПЛП-4-35 + МТЗ-1221 под озимую рожь. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

1. Прямые затраты.

Начинаем расчет с удельного расхода топлива:

$$d = Q_{\text{ч}} : W_{\text{ч}} = 25,0 : 1,5 = 16,7 \text{ кг/га.}$$

Далее рассчитываем прямые затраты:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = d \cdot p = 16,7 \cdot 52,7 = 880,1 \text{ МДж/га.}$$

2. Косвенные затраты.

Рассчитываем косвенные затраты на трактор:

$$\mathcal{E}_{\text{к трактора}} = K_o : W_{\text{ч}} = 119,0 : 1,5 = 79,3 \text{ МДж/га.}$$

Рассчитываем косвенные затраты на плуг:

$$\mathcal{E}_{\text{к плуга}} = K_o : W_{\text{ч}} = 75,0 : 1,0 = 75 \text{ МДж/га.}$$

Итого косвенных затрат: $79,3 + 75 = 154,3 \text{ МДж/га.}$

3. Удельные энергозатраты живого труда.

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = K_{\text{т}} : W_{\text{ч}} \cdot n_{\text{т}} + K_{\text{ж}} : W_{\text{ч}} \cdot n_{\text{ж}} = 1,26 : 1,5 \cdot 1 + 0,6 : 1,0 \cdot 1 = 1,44 \text{ МДж/га.}$$

Итого затраты на вспашку почвы составят: $880,1 + 154,3 + 1,44 = 1035,8$ МДж/га.

3. Индивидуальные задания по расчету энергетических затрат на обработку почвы

Вариант 1. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую рожь. Состав машинно-тракторного агрегата (МТА): ПНГ-3-43 + МТЗ-80. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 2. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую пшеницу. Состав МТА: ПБН-3-50А + МТЗ-1021. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 3. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую рожь. Состав МТА: ПБН-6-50А + МТЗ-1025. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 4. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую пшеницу. Состав МТА: ППН 8.30 + МТЗ-1221. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 5. Рассчитать энергетические затраты на дискование почвы под ячмень. Состав МТА: Гелиодор Lemken + МТЗ-1523. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 6. Рассчитать энергетические затраты на дискование почвы под картофель. Состав МТА: БНД-3 + МТЗ-2002. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 7. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под кукурузу на силос. Состав МТА: ПГП-4-40-3 + МТЗ-2522ДВ. Работы проводил один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 8. Рассчитать энергетические затраты на чизелевание почвы под овес. Состав МТА: КЧ-5,1 + Т-150 К. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 9. Рассчитать энергетические затраты на культивацию почвы под кормовые корнеплоды. Состав МТА: КПН-5,6 + МТЗ-2522ДВ. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 10. Рассчитать энергетические затраты на боронование почвы под яровое тритикале. Состав МТА: БНД-3 + К-700. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 11. Рассчитать энергетические затраты на боронование почвы под горох. Состав МТА: Л-111-01 + МТЗ-590. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 12. Рассчитать энергетические затраты на предпосевную обработку почвы под озимое тритикале. Состав МТА: АКШ-6,0 + МТЗ-1021. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 13. Рассчитать энергетические затраты на боронование почвы под яровую пшеницу. Состав МТА: БСН-4 + МТЗ-800. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 14. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимое тритикале. Состав МТА: ППО-5-40 + МТЗ-1222. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 15. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую рожь. Состав МТА: ППП-3-35Б + МТЗ-82Р. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 16. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую пшеницу. Состав МТА: ППЗ-5-40 + МТЗ-900. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 17. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую рожь. Состав МТА: ППП-4-40-1 + МТЗ-1221. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 18. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимую пшеницу. Состав МТА: ППО-(4+1)-40К + К-701. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 19. Рассчитать энергетические затраты на дискование почвы под ячмень. Состав МТА: БПДТ-7 + ATLES 936. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 20. Рассчитать энергетические затраты на дискование почвы под картофель. Состав МТА: Л-113-03 + МТЗ-923. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 21. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под кукурузу на силос. Состав МТА: ПЛН-3-35П + VARIO 820. Работы проводил один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 22. Рассчитать энергетические затраты на чизелевание почвы под овес. Состав МТА: КПЧ-6 + МТЗ-2002. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 23. Рассчитать энергетические затраты на культивацию почвы под кормовые корнеплоды. Состав МТА: КФУ-7,8 + К-701. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 24. Рассчитать энергетические затраты на боронование почвы под яровое тритикале. Состав МТА: Lemken Kristal 9 + МТЗ-2103. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 25. Рассчитать энергетические затраты на боронование почвы под горох. Состав МТА: Л-113-03 + МТЗ-922. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 26. Рассчитать энергетические затраты на предпосевную обработку почвы под озимое тритикале. Состав МТА: АПУ-6,5 + МТЗ-1025. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 27. Рассчитать энергетические затраты на предпосевную обработку почвы под яровую пшеницу. Состав МТА: АПП-6АБ + МТЗ-1221. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 28. Рассчитать энергетические затраты на вспашку почвы под озимое тритикале. Состав МТА: ППП-7-40 + МТЗ-1222. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

4. Пример расчета энергетической эффективности обработки почвы

Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимую пшеницу.

1. *Вспашка почвы.* Состав МТА: ППО-(4 + 1)-40 + МТЗ 1221. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

2. *Предпосевная обработка почвы.* Состав МТА: АКП-3 + МТЗ 1523. Работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

3. *Разрушение почвенной корки.* Состав МТА: АБ-6 + МТЗ-1025. Работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Урожайность озимой пшеницы 20 ц/га.

1. Рассчитываем количество энергии, накопленной в основной сельскохозяйственной продукции:

$$V = 20 \cdot 16,46 \cdot 100 = 32920 \text{ МДж/га.}$$

2. Рассчитываем энергетические затраты на вспашку почвы:

2.1. Состав МТА: ППО-(4+1)-40 + МТЗ-1221.

Прямые затраты.

Начинаем расчет с удельного расхода топлива:

$$д = 25,0 : 1,5 = 16,7 \text{ кг/га.}$$

Далее рассчитываем прямые затраты:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = 16,7 \cdot 52,7 = 880,1 \text{ МДж/га.}$$

Косвенные затраты.

Рассчитываем косвенные затраты на трактор:

$$\mathcal{E}_{\text{к трактора}} = 119,0 : 1,5 = 79,3 \text{ МДж/га.}$$

Рассчитываем косвенные затраты на плуг:

$$\mathcal{E}_{\text{к плуга}} = 75,0 : 1,5 = 50 \text{ МДж/га.}$$

Итого косвенных затрат: $79,3 + 50 = 129,3 \text{ МДж/га.}$

Удельные энергозатраты живого труда:

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = 1,26 : 1,5 \cdot 1 + 0,6 : 1,5 \cdot 1 = 1,24 \text{ МДж/га.}$$

Итого затрат на вспашку ($\mathcal{Z}_{o1}$): $880,1 + 129,3 + 1,24 = 1010,6 \text{ МДж/га.}$

2.2. Состав МТА: АКП-3 + МТЗ-1523.

Прямые затраты.

Начинаем расчет с удельного расхода топлива:

$$д = 22,7 : 2,0 = 11,4 \text{ кг/га.}$$

Далее рассчитываем прямые затраты:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = 11,4 \cdot 52,7 = 600,8 \text{ МДж/га.}$$

Косвенные затраты.

Рассчитываем косвенные затраты на трактор:

$$\mathcal{E}_{\text{к трактора}} = 133,0 : 2,0 = 66,5 \text{ МДж/га.}$$

Рассчитываем косвенные затраты на комбинированный агрегат:

$$\mathcal{E}_{\text{к агрегата}} = 80,0 : 1,7 = 47,1 \text{ МДж/га.}$$

Итого косвенных затрат: $66,6 + 47,1 = 113,7 \text{ МДж/га.}$

Удельные энергозатраты живого труда:

$$\mathcal{E}_{\text{ж}} = 1,26 : 2,0 \cdot 1 + 0,6 : 1,7 \cdot 2 = 1,33 \text{ МДж/га.}$$

Итого затрат на предпосевную обработку ($\text{З}_{\text{о}_2}$): $600,8 + 113,7 + 1,33 = 715,8 \text{ МДж/га.}$

2.3. Состав МТА: АБ-5 + МТЗ-1025.

Прямые затраты.

Начинаем расчет с удельного расхода топлива:

$$д = 18,2 : 1,0 = 18,2 \text{ кг/га.}$$

Далее рассчитываем прямые затраты:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = 18,2 \cdot 52,7 = 959,1 \text{ МДж/га.}$$

Косвенные затраты.

Рассчитываем косвенные затраты на трактор:

$$\mathcal{E}_{\text{к трактора}} = 55,0 : 1,0 = 55,0 \text{ МДж/га.}$$

Рассчитываем косвенные затраты на агрегат:

$$\mathcal{E}_{\text{к агрегата}} = 85,0 : 2,1 = 40,5 \text{ МДж/га.}$$

Итого косвенных затрат: $55,0 + 40,5 = 95,5 \text{ МДж/га.}$

Удельные энергозатраты живого труда:

$$\Xi_{\text{ж}} = 1,26 : 1,0 \cdot 1 + 0,6 : 2,1 \cdot 1 = 1,6 \text{ МДж/га.}$$

Итого затрат на послепосевную обработку почвы ($\Sigma \text{о}_3$): $959,1 + 95,5 + 1,6 = 1056,2 \text{ МДж/га.}$

3. Рассчитываем энергетическую эффективность:

$$q = 32920 : (1010,6 + 715,8 + 1056,2) = 11,8 \text{ ед.}$$

Вывод. С энергетической точки зрения применение технологических операций на озимой пшенице эффективно, так как энергоотдача в 11,8 раза превышает единицу.

5. Индивидуальные задания по расчету энергетической эффективности обработки почвы

Вариант 1. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимую пшеницу при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-3-35П + МТЗ-1021; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – КРН-5,6 + МТЗ-923; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКП-3 + Т-150; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- боронование: состав МТА – 1ВЗ + МТЗ-1021; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 2. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимую рожь при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-4-35П + МТЗ-1025; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – КРН-5,6 + МТЗ-2103; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКШ-3,6 + МТЗ-550; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- боронование: состав МТА – ОР-7 + МТЗ-1025; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 3. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимое тритикале при урожайности 15 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-4-35П + МТЗ-1221; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – КРН-5,6 + МТЗ-890; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКШ-6,0 (широкозахватный) + МТЗ-2002; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- боронование: состав МТА – БЗЛ-0,2 + МТЗ-520; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 4. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под ячмень при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ППО-(4+1)-40 + МТЗ-2103; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКП-4 + МТЗ-922; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- боронование: состав МТА – АБ-6 + МТЗ-622; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 5. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под овес при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПКМ-5-40Р + Т-150К-09; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- культивация: состав МТА – АМП-5 + Т-150; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- боронование: состав МТА – АБ-6 + МТЗ-2032А; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 6. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под яровую пшеницу при урожайности 25 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПКМ-6-40Р + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- культивация: состав МТА – АППА-6 + 820 Vario; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- боронование: состав МТА – АБ-5 + МТЗ-80; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 7. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под яровое тритикале при урожайности 15 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-4-40 + МТЗ-923; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;

- культивация: состав МТА – КРН-5,6 + МТЗ-1222; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПП-6П + МТЗ-3022ДВ; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- боронование: состав МТА – АБ-9 + МТЗ-82; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 8. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под гречиху при урожайности 15 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПКМП-4-40Р + МТЗ-1222; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – БПД-3М + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКШ-7,2 + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- боронование: состав МТА – АБ-6 + МТЗ-80; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 9. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под горох при урожайности 10 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛП-7-35 + МТЗ-900; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- культивация: состав МТА – КРН-5,6 + МТЗ-1221; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКМ-4 + МТЗ-2002; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 10. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под овес при урожайности 10 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛП-7-35 + МТЗ-3022ДВ; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – БНД-3 + МТЗ-82; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКМ-6 + МТЗ-2522ДВ; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 11. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под кукурузу на зеленую массу при урожайности 100 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-3-35П + МТЗ-1221; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – Л-111-01 + МТЗ-82Р; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКП-6 + Т-150; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- междурядная обработка: состав МТА – КЛГ-5,4 + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 12. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под картофель при урожайности 120 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- лущение стерни: состав МТА – АДН-3,5 + МТЗ-622; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-3-35П + МТЗ-1221; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – КП-6 + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- 1-я междурядная обработка: состав МТА – АК-2,8 + МТЗ-923; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- 2-я междурядная обработка: состав МТА – АК-2,8 + МТЗ-550; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 13. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под кормовые корнеплоды при урожайности 150 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- лущение: состав МТА – АПД-6 + МТЗ-2103; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- вспашка: состав МТА – ПКМП-4-40Р + МТЗ-80; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКШ-6,0 + 716 Vario; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- междурядная обработка: состав МТА – КГО-3,0 + МТЗ-80; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 14. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимую рожь при урожайности 30 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- культивация: состав МТА – КП-9 + Т-150; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПП-3 + МТЗ-82; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- боронование: состав МТА – БЗЛ-0,7 + МТЗ-530; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 15. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимую пшеницу при урожайности 25 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – Vari Diamant Lemken + ATLES 936; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПШ-9 + МТЗ-922; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- боронование: состав МТА – БЗС-1,0 + МТЗ-590; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 16. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под яровую пшеницу при урожайности 25 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-5-35-А + МТЗ-1025; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- культивация: состав МТА – КПН-5,6 + МТЗ-923; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- культивация: состав МТА – АПО-3 + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- боронование: состав МТА – АБ-9 + МТЗ-622; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 17. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под овес при урожайности 15 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- культивация: состав МТА – БНД-3 + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПП-6П + МТЗ-2522ДВ; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- боронование: состав МТА – АБ-6 + МТЗ-80; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 18. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под ячмень при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ППО-8-40+01 + К-700; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- культивация: состав МТА – БПТД-7 + К-700; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКШ-7,2 (широкозахватный) + К-701; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 19. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под овес при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ППП-3-35Б + МТЗ-622; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- культивация: состав МТА – БСН-4 + МТЗ-923; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АППА-6 + МТЗ-2522ДВ; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 20. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под сахарную свеклу при урожайности 100 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- лущение: состав МТА – АДН-4 + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- вспашка почвы: состав МТА – ПОПГ-4-40 + МТЗ-2002; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПН-4 + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- междурядная обработка: состав МТА – КЛГ-5,4 + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 21. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под картофель при урожайности 110 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – Lemken Euro Opal + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- культивация: состав МТА – КЧД-6 + МТЗ-2022.3; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- боронование: состав МТА – БСН-4 + МТЗ-622; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- 1-я междурядная обработка: состав МТА – КГО-3,0 + МТЗ-590; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- 2-я междурядная обработка: состав МТА – АК-2,8 + МТЗ-590; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 22. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под кормовые корнеплоды при урожайности 130 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- лущение: состав МТА – АД-600 «Рубин» + Т-150К; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- вспашка почвы: состав МТА – СПУ 9-516 + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКШ-6,0 + МТЗ-1523; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- междурядная обработка: состав МТА – КГО-3,0 + МТЗ-80; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 23. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под кукурузу на зерно при урожайности 30 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- лущение стерни: состав МТА – Л-113-03 + Т-150; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- вспашка почвы: состав МТА – ПНП-4-40-1 + Т-150; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АКП-6 + МТЗ-922; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;
- междурядная обработка: состав МТА – КЛГ-5,4 + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 24. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под лен на семена при урожайности 5 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – MULTI MASTER 112 + 308 Ci Farmer; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;
- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПП-6АБ + К-701; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 25. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под озимую рожь при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- культивация: состав МТА – БПД-7MW + МТЗ-3022ДВ; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- боронование: состав МТА – БРН-1,0 + МТЗ-890; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

Вариант 26. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под яровую пшеницу при урожайности 20 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- культивация: состав МТА – Lemken Компактор + МТЗ-1222; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий;

- предпосевная подготовка почвы: состав МТА – АПП-4 + МТЗ-2522ДВ; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- боронование: состав МТА – АБ-6 + МТЗ-622; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий.

Вариант 27. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под овес при урожайности 17 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-3-35П + МТЗ-530; работы проводили один механизатор и один вспомогательный рабочий;

- культивация: состав МТА – КПН-5,6 + МТЗ-922; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- боронование: состав МТА – БСН-4 + МТЗ-622; работы проводили два механизатора и один вспомогательный рабочий.

Вариант 28. Рассчитать энергетическую эффективность обработки почвы под яровую пшеницу при урожайности 30 ц/га. Проводились следующие агротехнические приемы:

- вспашка почвы: состав МТА – ПЛН-5-35-А + МТЗ-1025; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- культивация: состав МТА – КПН-5,6 + МТЗ-923; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих;

- культивация: состав МТА – АПО-3 + МТЗ-1221; работы проводили один механизатор и два вспомогательных рабочих.

5. Методика расчета энергетической эффективности структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур

Структура посевных площадей сельскохозяйственных культур определяет производственную мощность пахотных земель, и ее совершенствование является необходимым процессом в земледелии и осуществляется под влиянием ряда факторов. Она не может быть стабильной и неизменной, так как зависит от заказа (договора) на объемы реализации продукции, от потребности самого хозяйства в тех или иных видах продукции, а также от достигнутого уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Изменение и улучшение структуры посевов связано с возможностями использования минеральных и органических удобрений, регуляторов роста, микроэлементов, средств защиты растений, обновления машинно-тракторного парка и т. д. Рациональной считается такая

структура посевных площадей, при которой достигается получение максимального количества необходимой сельскохозяйственной продукции с каждого гектара при возможно меньших затратах ресурсов. Это должно проявиться в основных экономических показателях (размер прибыли на гектар пашни и уровень рентабельности).

Энергетический анализ структуры посевных площадей должен служить улучшению экономических показателей. В первую очередь выявляется энергоёмкость сельскохозяйственной продукции существующей (базовой, $\mathcal{E}_Б$) и измененной (новой, $\mathcal{E}_Н$) структур посевов по нормативам содержания энергии (табл. 1).

Расчеты по определению энергоёмкости сельскохозяйственной продукции производятся на примере табл. 13.

Таблица 13. Энергоёмкость сельскохозяйственной продукции разных структур посевов

Наименование культур	Эквивалент продукции, МДж	Базовые площади, га	Урожайность, ц	Валовой сбор, ц	Энергоёмкость продукции (базовая), МДж	Новые площади, га	Урожайность, ц	Валовой сбор, ц	Энергоёмкость продукции (новая), МДж
1...n									
Итого...	—	—	—	—		—	—	—	

Коэффициент энергетической эффективности рассчитывается по формуле

$$K_{\mathcal{E}} = \mathcal{E}_Н : \mathcal{E}_Б ,$$

где $\mathcal{E}_Н$ – энергоёмкость сельскохозяйственной продукции измененной (новой) структуры посевов, МДж;

$\mathcal{E}_Б$ – энергоёмкость сельскохозяйственной продукции существующей (базовой) структуры посевов, МДж.

Уровень интенсификации по энергонакоплению в связи с изменением структуры посевов

$$И_{\mathcal{E}} = (1 - K_{\mathcal{E}}) \cdot 100.$$

Изменение структуры и размеров посевных площадей по каждой из сельскохозяйственных культур неизбежно приводит к изменениям в ресурсопотреблении. Для более полного определения энергетической эффективности определяется коэффициент энергоотдачи каждой структуры посевов исходя из расчетов энергозатрат по возделыванию каждой культуры. Для этого необходимо вычислить затраты на обработку почвы, применение удобрений, пестицидов и количество энергии, накопленной в основной продукции:

$$q = V : (Z_0 \text{ почвообработки} + Z_0 \text{ удобрений} + Z_0 \text{ пестицидов}),$$

где q – энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД), ед.;

V – содержание энергии в основной продукции, МДж;

Z_0 почвообработки – общие энергозатраты по всем технологическим операциям на культуре, МДж/га;

Z_0 удобрений – общие энергозатраты на применение удобрений, МДж/га;

Z_0 пестицидов – общие энергозатраты на применение пестицидов, МДж/га.

2.3. Демонстрационный материал

1. Мультимедийная презентация по разделу «Организация энергосбережения и использования экологических ресурсов в РБ» (4,5 МБ), «Направления энергосберегающей политики в основных отраслях экономики страны» (4,0 МБ).

2. Видеофильмы по разделу «Организация энергосбережения и использования экологических ресурсов в РБ»:

– Применение торфа и продуктов его переработки в сельском хозяйстве (1,5 ГБ);

– Использование древесных ресурсов в малой энергетике (1,3 ГБ).

3. Видеофильмы по разделу «Направления энергосберегающей политики в основных отраслях экономики страны»:

– Солнечные батареи и солнечные электростанции в Беларуси (570 МБ);

– Потенциал развития возобновляемой энергетики в Беларуси (350 МБ);

– Энергосберегающая бытовая техника (310 МБ);

4. Видеофильмы по разделу «Энергосбережение в земледелии и производстве продукции растениеводства»:

– Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве (1,6 ГБ).

Технические средства обучения

Для теоретического обучения студентов в учебном процессе используются следующие технические средства:

1. Ноутбук

2. Мультимедийный проектор

3. Нетбук

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1. Формы контроля промежуточной успеваемости студентов специальностей 1-74 02 01 Агрономия и 1-74 02 02 Селекция и семеноводство при изучении раздела «Основы энергосбережения» дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека»

1. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Расчет энергетической эффективности применения минеральных удобрений».
2. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Расчет энергетической эффективности применения минеральных и органических удобрений».
3. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Расчет энергетической эффективности применения пестицидов».
4. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Сравнительная энергетическая эффективность применения пестицидов».
5. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Расчет энергетических затрат на обработку почвы»
6. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Расчет энергетической эффективности обработки почвы».
7. Выполнение и сдача индивидуального задания по теме «Расчет энергетической эффективности в севообороте».
8. Сдача теоретического блока по теме «Основы энергосбережения».

3.2. Вопросы текущего контроля (устный опрос)

1. Что такое первичные и вторичные энергетические ресурсы?
2. Направления использования вторичных энергоресурсов.
3. Восполняемые и невосполняемые энергетические ресурсы.
4. Виды топлива и их характеристика.
5. Условное топливо, соотношение и калорийность.
6. Энергия и ее виды.
7. Способы получения и преобразования энергии.
8. Топливо-энергетические ресурсы Беларуси.
9. Что входит в топливо-энергетический комплекс Республики Беларусь?
10. Какова структура управления энергосбережением в Республике Беларусь?
11. Основные положения Закона Республики Беларусь “Об энергосбережении”.
12. Порядок разработки и выполнения программ энергосбережения.
13. Стимулирование экономии ТЭР.
14. Санкции за нерациональное использование ТЭР.
15. Государственная поддержка инвестиционной деятельности по энергосберегающим мероприятиям.
16. Учет расхода топливо-энергетических ресурсов.
17. Что такое энергетический менеджмент и аудит?
18. Порядок проведения энергетического аудита.

19. Что такое энергетический баланс?
20. Проблемы применения топливно-энергетических ресурсов.
21. Мероприятия по охране окружающей среды от вредного воздействия энергетических объектов.
22. Основные направления энергосбережения в промышленности.
23. Основные направления энергосбережения в химической и нефтехимической отраслях.
24. Основные направления энергосбережения в строительстве.
25. Основные направления энергосбережения в энергетике.
26. Бытовое энергосбережение.
27. Основные направления энергосбережения в сельском хозяйстве.
28. Обработка почвы и энергосбережение.
29. Энергетическая эффективность процессов посева и применения удобрений.
30. Энергосбережение в защите растений.
31. Пути снижения энергозатрат при уборке, доработке и хранении урожая.
32. Повышение эффективности использования тракторов и самоходных энергетических средств.
33. Энергосбережение при производстве кормов.
34. Направления энергосбережения при возделывании основных сельскохозяйственных культур.
35. Как рассчитать количество энергии, накопленной в основной продукции?
36. Как рассчитать общие энергетические затраты?

3.3. Критерии оценки знаний

Зачтено: Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы любой сложности; полное и свободное владение научной терминологией дисциплины; прочное владение навыками самостоятельной работы с учебно-методической и справочной литературой, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в методах и направлениях дисциплины, использовать научные достижения смежных дисциплин и давать им аналитическую оценку; проявление гибкости в применении знаний, осознанное и оперативное трансформирование полученных знаний при решении проблем в незнакомых ситуациях, выполнение творческих работ и заданий исследовательского характера. Прочное владение навыками самостоятельной работы на лабораторных занятиях и точное выполнение стандартных заданий повышенной сложности, активное творческое участие в групповых обсуждениях, полученных результатов.

Не зачтено: Недостаточно полный объем знаний в рамках дисциплины; фрагментарное воспроизведение материала с существенными ошибками; некомпетентность в теориях, направлениях и методах дисциплины; выполнение лабораторных работ с существенными ошибками.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1. Учебная программа

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ
ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор академии

А. В. Колмыков



Регистрационный № УД-А-344/19/уч.

Безопасность жизнедеятельности человека

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

- 1-74 02 01 Агрономия; 1-74 02 02 Селекция и семеноводство;
- 1-74 02 03 Защита растений и карантин; 1-74 02 04 Плодоовощеводство;
- 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение;
- 1-56 01 01 Землеустройство; 1-56 01 02 Земельный кадастр;
- 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство;
- 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий;
- 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса; 1-25 01 03 Мировая экономика;
- 1-74 03 01 Зоотехния; 1-74 03 03 Промышленное рыбководство;
- 1-25 01 08 Бухгалтерский учет, анализ и аудит; 1-25 01 04 Финансы и кредит; 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ; 1-26 02 03 Маркетинг.

Горки, 2019

Учебная программа составлена в соответствии с образовательными стандартами ОСВО 1-56 01 02-2019 по специальности 1-56 01 02 Земельный кадастр; от 28.05.2019; ОСВО 1-56 01 01-2019 по специальности 1-56 01 01 Землеустройство; ОСВО 1-74 06 04-2019 по специальности 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ; ОСВО 1-74 02 01-2019 по специальности 1-74 02 01 Агрономия; ОСВО 1-74 02 02-2019 по специальности 1-74 02 02 Селекция и семеноводство; ОСВО 1-74 02 03-2019 по специальности 1-74 02 03 Защита растений и карантин; ОСВО 1-74 02 04-2019 по специальности 1-74 02 04 Плодоовощеводство; ОСВО 1-74 02 05-2019 по специальности 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение; ОСВО 1-74 03 01-2019 по специальности 1-74 03 01 Зоотехния; ОСВО 1-74 03 03-2019 по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство; ОСВО 1-74 05 01-2019 по специальности 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство; ОСВО 1-74 04 01-2019 по специальности 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий; ОСВО 1-74 01 01-2019 по специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса; ОСВО 1-26 02 03-2013 по специальности 1-26 02 03 Маркетинг; ОСВО 1-25 01 08-2013 по специальности 1-25 01 08 Бухгалтерский учет, анализ и аудит; ОСВО 1-25 01 04-2013 по специальности 1-25 01 04 Финансы и кредит; ОСВО 1-25 01 03-2013 по специальности 1-25 01 03 Мировая экономика.

Составители:

В. Н. Босак, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

И. Г. Пугачева, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

А. Н. Иванистов, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Н. А. Невестенко, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»;

М. В. Цайц, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»;

М. П. Акулич, старший преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»;

Г. А. Чернуха, доцент кафедры сельскохозяйственной радиологии учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Д. Н. Прокопенков, доцент кафедры сельского строительства и обустройства территории учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Е. И. Шершнева, доцент кафедры земледелия учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Ю. И. Шадид, доцент кафедры сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент;

Е. К. Соколова, доцент кафедры организации производства в АПК учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Рецензенты:

Г.В. Седукова, заведующий лабораторией агроэкологии ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», кандидат сельскохозяйственных наук;

Л. В. Мисун, профессор кафедры «Управление охраной труда» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор технических наук, профессор.

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой безопасности жизнедеятельности учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», протокол № 1 от 04 сентября 2019 года;

Кафедрой сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», протокол № 1 от 11 сентября 2019 года;

Методической комиссией агроэкологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», протокол № 1 от 17 сентября 2019 года;

Методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», протокол № 1 от 25 сентября 2019 года;

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», протокол № 1 от 25 сентября 2019 года;

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения учебной дисциплины является формирование культуры безопасности жизнедеятельности будущих специалистов, основанной на системе социальных ценностей, обеспечивающих сохранение жизни, здоровья и работоспособности человека в условиях постоянного взаимодействия со средой обитания.

Задачи изучения учебной дисциплины:

- теоретическое и практическое обучение студентов в области безопасности жизнедеятельности;
- овладение совокупностью знаний по организации защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций;
- формирование сознательного и ответственного отношения к использованию энергетических ресурсов на основе мирового опыта и государственной политики Республики Беларусь в области энергосбережения;
- воспитание экологически мыслящей личности.

Развитие современной цивилизации неразрывно связано с разработкой и совершенствованием технологий. Чем общество более развито, тем больше оно производит сложного энерго- и наукоемкого продукта.

Безопасность жизнедеятельности человека – научно-практическая учебная дисциплина, содержащая вопросы защиты населения и территорий Республики Беларусь от чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени, радиационной безопасности, основ экологии и энергосбережения.

Безопасность жизнедеятельности – наука, в которой изучается природа опасностей, угрожающих человеку и окружающему миру, закономерности их формирования и проявления, способы предупреждения проявления опасностей, защиты от них и ликвидации их последствий.

Безопасность жизнедеятельности имеет дело с системой «человек-техносфера-природная среда» и ставит своей целью сохранение функциональной и структурной целостности центрального объекта системы – человека в условиях техносферы и воздействия природной среды.

Поскольку главным виновником чрезвычайных ситуаций в конечном счете всегда оказывается конкретный человек, именно с его образования, воспитания и формирования самосознания следует начинать на республиканском и глобальном уровнях согласованную работу по защите от аварий и катастроф. В этих условиях главная роль в разрешении кризисов принадлежит руководителю, уровню его профессиональной подготовки. Часто причиной жертв и большого ущерба от чрезвычайных ситуаций является некомпетентность и неспособность действовать в условиях «исчезновения упущенных возможностей», т.е. когда нельзя вернуться к предшествующей ситуации и поступить в ней более разумно.

В то же время способность человека защитить себя формируется на основе обучения и формирования определенного типа сознания, создающего потребность в овладении соответствующими навыками и средствами защиты. Кроме того, важна мотивация деятельности, направленной на получение дополнительной информации, определение собственного выбора в сложившейся ситуации и участие в управлении риском на уровне общества.

Следовательно, важное значение имеет образование в области наук о рисках и безопасности, грамотность и профессионализм тех, кто несет ответственность за безопасность людей. В результате обучения специалисты должны владеть современными знаниями, практическими навыками в решении задач по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, способностью прогнозировать и предупреждать чрезвычайные ситуации, находить технологически и экономически обоснованные решения в условиях ограниченного времени.

Каждый выпускник вуза должен обладать теоретическими и практическими знаниями в области безопасности жизнедеятельности.

Компетенции, приобретенные студентами при изучении учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности человека», могут использоваться при изучении учебной дисциплины «Охрана труда».

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека» имеет большое значение в высшем сельскохозяйственном образовании. Научная и профессиональная направленность изучения данной учебной дисциплины состоит в воспитании эрудированного, грамотного в различных вопросах сельскохозяйственного производства специалиста, хорошо понимающего сущность безопасности жизнедеятельности человека в целом.

Учебная дисциплина относится:

- к государственному компоненту, осваиваемым студентами специальностей: 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство; 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий; 1-25 01 03 Мировая экономика; 1-25 01 08 Бухгалтерский учет, анализ и аудит; 1-25 01 04 Финансы и кредит; 1-26 02 03 Маркетинг;

- к дополнительным видам обучения, осваиваемым студентами специальностей: 1-74 02 01 Агрономия; 1-74 02 02 Селекция и семеноводство; 1-74 02 03 Защита растений и карантин; 1-74 02 04 Плодоовощеводство; 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение; 1-56 01 01 Землеустройство; 1-56 01 02 Земельный кадастр; 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса; 1-74 03 01 Зоотехния; 1-74 03 03 Промышленное рыбководство; 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

Для приобретения базовых профессиональных компетенций (БПК) в результате изучения учебной дисциплины студент должен владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от негативных воздействий факторов антропогенного, техногенного и естественного происхождения, знаниями основ рационального природопользования и энергосбережения.

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины:

Таблица - Распределение аудиторного времени по видам занятий в соответствии с учебными планами

Специальность	Форма обучения	Курс	Семестр	Всего часов	Аудиторных часов	В том числе			СР часов
						Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-25 01 08 Бухгалтерский учет, анализ и аудит	дневная	1	1	102	68	34	8	26	34
	дневная сокращенная	1	2	102	68	34	8	26	34
	заочная	1		102	14	6	2	6	88
	заочная сокращенная	4		102	14	6	2	6	88
	заочная ВШАБ	3		102	16	8		8	86
1-25 01 04 Финансы и кредит	дневная	1	1	102	68	34	8	26	34
	заочная	1		102	14	6	2	6	88
	заочная сокращенная	1		102	14	6	2	6	68
	заочная ВШАБ	3		102	16	8		8	86
1-26 02 03 Маркетинг	дневная	1	1	102	68	34	8	26	34
	заочная	1		102	10	6	2	2	92
	заочная ВШАБ	3		102	16	8		8	86
1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ	дневная	3	6	136	68	34		34	68
1-74 02 01 Агрономия	дневная	3	6	135	68	34		34	67
	дневная сокращенная	2	4	135	50	16		34	50
	заочная	4		135	14	6		8	121
	заочная сокращенная	2		135	12	4		8	88
1-74 02 02 Селекция и семеноводство	дневная	3	6	135	68	34		34	67
1-74 02 03 Защита растений и карантин	дневная	1	2	108	72	36	18	18	36
1-74 02 04 Плодоовощеводство	дневная	1	2	108	72	36	18	18	36
1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение	дневная	1	2	108	72	36	18	18	36
1-74 03 01 Зоотехния	дневная	2	4	120	72	36	36		48
	дневная сокращенная	1	2	102	54	18	36		36
	заочная	3		120	16	8	8		104
	заочная сокращенная	3		120	12	4	8		78
1-74 03 03 Промышленное рыбководство	дневная	3	6	116	68	34		34	48
	заочная	2		116	16	8		8	100

Специальность	Форма обучения	Курс	Семестр	Всего часов	Аудиторных часов	В том числе			СР часов
						Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса;	дневная	1	2	120	68	34	34		52
	дневная сокращенная	2	4	120	34	16	18		26
	заочная	1		120	16	8	8		104
	заочная сокращенная	4		120	8	4	4		52
	заочная ВШАБ	3		102	16	8		8	86
1-25 01 03 Мировая экономика	дневная	1	2	102	68	34	8	26	34
1-56 01 01 Землеустройство	дневная	2	4	108	68	34		34	40
	заочная	5		108	16	8		8	92
1-56 01 02 Земельный кадастр	дневная	2	4	108	68	34		34	40
1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство	дневная	3	6	136	68	34	16	18	68
	дневная сокращенная	3	6	136	40	20	10	10	44
	заочная	4		136	16	8	4	4	120
1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий	дневная	4	7-8	180	80	40	20	20	100
	дневная сокращенная	3	6	180	40	20	10	10	46
	заочная	4		180	20	10	4	6	160

Форма текущей аттестации для всех специальностей – зачет.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций

1.1. Чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь

Введение. Предмет, задачи и проблемы защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Классификация чрезвычайных ситуаций.

Природные чрезвычайные ситуации. Природные чрезвычайные ситуации, мероприятия по их предупреждению, правила поведения. Инфекционные заболевания людей и эпидемии, мероприятия по их предупреждению, правила поведения.

Техногенные чрезвычайные ситуации. Транспортные аварии и катастрофы, мероприятия по их предупреждению, правила поведения. Пожары и взрывы на объектах, мероприятия по их предупреждению, правила поведения. Аварии на химически опасных объектах, мероприятия по их предупреждению, правила поведения.

Основные опасности, возникающие при ведении военных действий или вследствие этих действий. Ядерное оружие, характеристика очага ядерного поражения. Химическое оружие и возможные последствия его применения. Биологическое оружие и возможные последствия его применения. Характеристика обычных средств поражения. Особенности поведения и выживания в чрезвычайных ситуациях военного времени и в условиях терроризма.

1.2. Организация защиты населения и объектов в Республике Беларусь от чрезвычайных ситуаций

Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС). Законодательство Республики Беларусь в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны. Назначение, задачи и структура ГСЧС, особенности ее функционирования. Система гражданской обороны, ее структура, задачи. Организация гражданской обороны на объекте.

Основные принципы и способы защиты населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Основы организации системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Обучение населения действиям в чрезвычайных ситуациях. Оповещение населения о чрезвычайных ситуациях. Эвакуация населения в мирное и военное время. Укрытие в защитных сооружениях. Средства индивидуальной защиты, порядок их накопления, хранения и выдачи населению. Основы организации проведения спасательных и других неотложных работ. Методики оценки ущербов от чрезвычайных ситуаций.

Основы устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях. Устойчивость работы объекта, факторы, влияющие на устойчивость его работы. Основные мероприятия по повышению устойчивой работы объекта в чрезвычайных ситуациях.

Раздел 2. Радиационная безопасность

2.1. Радиоактивные превращения ядер

Введение. Предмет, задачи и проблемы радиационной безопасности.

Природа явления радиоактивности. Явление радиоактивности. Причины радиоактивного распада ядер. Активность радионуклида. Единицы измерения активности: беккерель и кюри. Удельная активность. Поверхностная плотность загрязнения почвы. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Виды радиоактивного распада. Альфа-распад (на примере плутония-239 и америция-241). Бета-распад (на примере стронция-90, цезия-137, йода-131). Гамма-излучения ядер.

Свойства ядерных излучений. Природа ионизирующих излучений: корпускулярное и электромагнитное. Характеристика ядерных (ионизирующих) излучений: энергия, проникающая способность, удельная ионизация, линейная передача энергии, относительная биологическая эффективность. Взаимодействие альфа- и бета-частиц с веществом. Ионизационные и радиационные потери энергии частиц. Взаимодействие гамма-излучения с веществом.

Доза облучения, мощность дозы. Экспозиционная доза. Поглощенная доза. Эквивалентная и эффективная эквивалентная дозы. Мощность дозы. Единицы измерения. Методы определения и расчета доз.

Действие ионизирующих излучений на биологические системы. Этапы действия ионизирующих излучений на биологические объекты. Радиочувствительность биологических объектов..

2.2. Основы радиационной безопасности

Законодательство Республики Беларусь по обеспечению радиационной безопасности населения. Закон Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС», Закон Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС», Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения». Концепция защиты населения Республики Беларусь при радиационных авариях на АЭС. Санитарные правила при выполнении работ в растениеводстве на загрязненных радионуклидами территориях.

Внешнее и внутреннее облучение человека. Источники внешнего и внутреннего облучения. Защита от дополнительного внешнего и внутреннего облучения. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ). Рекомендации по рациону и режиму питания населения.

2.3. Радиоэкологическая обстановка в Республике Беларусь

Радиационная обстановка до и после аварии на ЧАЭС. Динамика радиационного фона (до и после аварии на ЧАЭС). Причины аварии на ЧАЭС. Характеристика радиоактив-

ного выброса и биологически значимых радионуклидов. Особенности радиоактивного загрязнения территории Беларуси радионуклидами йода, цезия и стронция. Динамика радиационной обстановки.

Территория радиоактивного загрязнения, зонирование территории. Критерии классификации территорий и зон радиоактивного загрязнения. Загрязнение радионуклидами сельскохозяйственных угодий.

Общая схема миграции радионуклидов в биосфере. Миграционные цепочки. Миграция радионуклидов в биосфере и сфере агропромышленного производства. Радиоэкологические и пищевые цепочки (звенья) миграции радионуклидов. Регулирование интенсивности миграции радионуклидов в цепочках.

2.4. Агропромышленное производство в условиях радиоактивного загрязнения

Классификация защитных мероприятий. Организация агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения. Классификация мероприятий по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства. Санитарно-гигиенические мероприятия.

Мероприятия по уменьшению содержания радионуклидов в продукции растениеводства. Основные положения «Руководства по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь». Прогнозирование радиоактивного загрязнения продукции растениеводства. Система обработки почв в условиях радиоактивного загрязнения. Принципы подбора культур и сортов. Технологические приемы переработки растениеводческой продукции, направленные на уменьшение содержания в ней радионуклидов.

Мероприятия по уменьшению содержания радионуклидов в продукции животноводства. Производство кормов с допустимым содержанием радионуклидов. Нормирование поступления радионуклидов в организм сельскохозяйственных животных и птицы. Изменение условий содержания и рационов кормления крупного рогатого скота на заключительной стадии откорма. Введение в рацион крупного рогатого скота специальных добавок, снижающих переход радионуклидов в продукты животноводства. Технологическая переработка продуктов животноводства. Перепрофилирование отраслей животноводства.

Раздел 3. Основы экологии

3.1. Введение. Предмет и задачи экологии

Возрастание значения экологии в современном мире. Экология – теоретическая основа рационального природопользования и охраны природных ресурсов.

Предмет и задачи экологии. Уровни организации живых систем и разделы экологии, их изучающие. Методы современной экологии: наблюдения, эксперименты, моделирование, системный анализ. Математические методы и модели. Интеграция методов различных дисциплин в комплексных экологических исследованиях.

3.2. Аутэкология – экология особей

Среда и условия существования организмов. Классификация экологических факторов по их природе, источникам, интенсивности, продолжительности воздействия на организмы.

Абиотические факторы: температура, освещенность, влажность, давление, концентрация солей и газов, их характеристика и экологическое значение, климатические и эдафические условия как сочетание взаимодействия абиотических факторов.

Биотические факторы, их свойства и экологическое значение.

Антропогенные (антропогенные) факторы и их особенности.

Закон минимума Ю. Либиха и его ограниченность.

Закон экологической толерантности В. Шелфорда. Экологическая пластичность организмов. Эври- и стенобионты.

3.3. Демэкология – экология популяций

Понятие о популяциях. Численность и плотность популяций. Рождаемость и смертность популяций. Скорость роста популяций. Экспоненциальный и логистический рост. Биотический потенциал. Стабильные, растущие и сокращающиеся популяции. Возрастная структура популяции. Популяция как саморегулирующая система. Полиморфизм популяции (генетический, возрастной, половой).

Представление об экологической нише. Фундаментальная и реализованная ниша. Правило обязанности заполнения экологических ниш.

Типы взаимодействия между видами. Нейтрализм, конкуренция, аменсализм, паразитизм, хищничество, комменсализм, протокооперация, мутуализм (симбиоз), аллелопатия. Принцип конкурентного исключения Г.Гаузе.

3.4. Синэкология – экология сообществ и экосистем

Основные понятия синэкологии (биоценоз, биотоп, биогеоценоз, экосистема). Компоненты биоценоза (фито-, зоо- и микробиоценоз). Продуценты, консументы, редуценты. Понятие об агробиоценозах. Видовая структура биоценозов. Доминанты и преобладающие, второстепенные, редкие и случайные элементы биоценозов. Виды – эдификаторы. Пространственная структура биоценозов. Ярусность и ее экологическое значение. Экологическая структура биоценозов. Простые и сложные биоценозы.

Энергетика экосистем. Цепи и циклы питания. Трофические уровни. Правило 10 %. Биологическая продуктивность экосистем. Первичная, вторичная, промежуточная и конечная продукция. Динамика экосистем. Экологические сукцессии. Концепция климакса. Стабильные и нестабильные экосистемы.

3.5. Учение о биосфере

Учение В.И.Вернадского о биосфере. Возникновение и развитие биосферы. Пространственная протяженность биосферы. Геологические оболочки биосферы. Основные особенности атмосферы, гидросферы и литосферы.

Классификация веществ, составляющих биосферу. Живое вещество, биогенное, биокосное, косное вещество. Биогеохимические функции живого вещества: газовая, окислительно-восстановительная, концентрационная, функция синтеза и разрушения живого вещества. Основные биогеохимические законы, сформулированные В.И.Вернадским. Техносфера как этап эволюционного развития биосферы. Законы социальной экологии Б. Коммонера. Понятие о ноосфере. Концепция устойчивого развития и биосфера.

3.6. Экологические проблемы Республики Беларусь

Глобальные экологические проблемы человечества. Региональные экологические проблемы и пути их решения. Международное сотрудничество в природоохранной сфере.

Проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Республики Беларусь.

3.7. Охрана природных ресурсов

Глобальные проблемы охраны природы и их характеристика. Природные ресурсы и их классификация, проблема истощаемости природных ресурсов.

Загрязнение природной среды как экологическая проблема. Источники и виды загрязнения природной среды. Мероприятия по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

Раздел 4. Основы энергосбережения

4.1. Энергия и ее роль в жизни общества. Энергосбережение в Республике Беларусь

Энергосбережение, энергоэффективность, энергетика, топливно-энергетические ресурсы (основные понятия). Роль энергетики в развитии человеческого общества. Понятие и виды энергии. Классификация источников энергии (энергоресурсов). История использования энергии человеком. Мировой топливно-энергетический комплекс. Структура энергопотребления в стране и за рубежом. Энергетический кризис, его причины и последствия.

Характеристика топливно-энергетического комплекса Республики Беларусь и перспективы его развития.

Нормативно-законодательная база энергосбережения. Приоритетные направления энергосбережения в государстве. Сельское хозяйство как потребитель энергии. Методы стимулирования энергосбережения в Беларуси и за рубежом.

4.2. Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства.

Многоуровневый характер деятельности по энергосбережению. Энергосбережение – самый дешевый источник энергии. Потенциальные возможности энергосбережения в народном хозяйстве при производстве и доставке к потребителям тепловой энергии и электроэнергии: в промышленности, в транспортной отрасли, в сельскохозяйственном производстве, при строительстве. Энергосбережение в стационарной и мобильной энергетике. Энергосбережение при эксплуатации электроприборов на производстве. Методы контроля использования энергии (счетчики, другие приборы). Цены и тарифы на энергоносители. Тепловой контроль как метод учета потерь энергии. Функции энергетического менеджмента и его организация на предприятии. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов.

Тепловые потери в зданиях и сооружениях. Тепловая изоляция зданий и сооружений. Изоляционные характеристики остекления, стеклопакеты. Малоэнергоемкие типы производственных и жилых зданий. Энергосберегающие системы отопления и вентиляции зданий. Энергоэффективные осветительные приборы и системы управления освещением. Бытовые приборы, их эффективное использование. Энергосбережение в быту.

Добыча, транспортировка, переработка и использование ископаемого топлива (нефть, уголь, газ, горючие сланцы, торф) в мире и Республике Беларусь.

Способы получения тепловой и электрической энергии. Тепловые паротурбинные, конденсационные электростанции (ТЭС) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) с комбинированной выработкой тепла и электрической энергии. Мини-ТЭЦ. Атомная энергетика и перспективы ее использования в Республике Беларусь.

Графики электрических и тепловых нагрузок. Потери электрической энергии вследствие несовершенства системы энергоснабжения и передачи реактивной мощности. Способы получения механической энергии. Мобильные энергетические средства и их использование на предприятиях агропромышленного комплекса. Взаимосвязь экологии и энергосбережения.

Солнечная энергия, гидроэнергия, энергия ветра, энергия биомассы, геотермальная энергия, энергия водорода и направления их использования. Экологические и другие аспекты, сдерживающие развитие возобновляемых источников энергии.

Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) и их классификация. Энергия бытовых отходов.

4.3. Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства

Основы методики расчета энергоэффективности в сельском хозяйстве. Энергоемкость производства, коэффициент энергетической эффективности.

Энергоресурсосберегающие приемы обработки почвы, применения удобрений, средств защиты растений. Пути снижения энергозатрат при уборке, доработке, хранении урожая. Энергосбережение при производстве и использовании кормов.

Сравнительная оценка различных вариантов защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Сравнительная оценка различных систем применения минеральных и органических удобрений.

Экономия энергии в плодоводстве и овощеводстве, энергетическая эффективность технологических процессов. Энергосберегающие технологии и оборудование в овощеводстве открытого и защищенного грунта. Пути формирования энергосберегающих технологий.

Энергосбережение в земледелии. Энергоэффективное обоснование структуры посевных площадей. Использование энергосберегающих технологий обработки почвы. Энергосбережение в селекции.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1-74 02 01 Агрономия

Форма получения высшего образования: дневная – 1; дневная сокращенная – 2; заочная – 3; заочная сокращенная – 4.

Название раздела, темы	Всего аудиторных часов				Количество аудиторных часов								Количество часов СР			
					Лекции				Практические занятия							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций	24	16	4	4	12	4	2	2	12	12	2	2	22	17	40	30
Чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь	12	8	2	2	6	2	1	1	6	6	1	1	11	8	20	15
Организация защиты населения и объектов в Республике Беларусь от чрезвычайных ситуаций	12	8	2	2	6	2	1	1	6	6	1	1	11	9	20	15
II Радиационная безопасность	22	16	6	6	12	6	2	2	10	10	4	4	22	17	40	29
Радиоактивные превращения ядер	5	3	1,5	1,5	3	1	0,5	0,5	2	2	1	1	6	4	10	8
Основы радиационной безопасности	5	4	1,5	1,5	3	2	0,5	0,5	2	2	1	1	5	4	10	8
Радиоэкологическая обстановка в Республике Беларусь	6	5	1,5	1,5	3	2	0,5	0,5	3	3	1	1	6	4	10	8
Агропромышленное производство в условиях радиоактивного загрязнения	6	4	1,5	1,5	3	1	0,5	0,5	3	3	1	1	5	5	10	5
IV Основы энергосбережения	22	18	4	2	10	6	2	0	12	12	2	2	23	16	41	29
Энергия и ее роль в жизни общества. Энергосбережение в Республике Беларусь	8	6	1,5	1	4	2	0,5	0	4	4	1	1	7	6	15	10
Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	7	6	1	0,5	3	2	0,5	0	4	4	0,5	0,5	8	6	15	10
Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	7	6	1,5	0,5	3	2	1	0	4	4	0,5	0,5	8	4	11	9
Итого:	68	50	14	12	34	16	6	4	34	34	8	8	67	50	121	88

Текущий контроль знаний проводится в виде устного опроса, тестовых заданий, на зачете.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1-74 02 02 Селекция и семеноводство

Форма получения высшего образования: дневная – 1.

Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов		Количество часов СР
		Лекции	Практические занятия	
	1	1	1	1
I Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций	24	12	12	22
Чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь	12	6	6	11
Организация защиты населения и объектов в Республике Беларусь от чрезвычайных ситуаций	12	6	6	11
II Радиационная безопасность	22	12	10	22
Радиоактивные превращения ядер	5	3	2	5
Основы радиационной безопасности	5	3	2	5
Радиозэкологическая обстановка в Республике Беларусь	6	3	3	6
Агропромышленное производство в условиях радиоактивного загрязнения	6	3	3	6
IV Основы энергосбережения	22	10	12	23
Энергия и ее роль в жизни общества. Энергосбережение в Республике Беларусь	8	4	4	7
Энергосбережение – основа функционирования и развития современного производства	7	3	4	8
Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства	7	3	4	8
Итого:	68	34	34	67

Текущий контроль знаний проводится в виде устного опроса, тестовых заданий, на зачете

4. ИНФОРМАЦИОННО–МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Литература

Раздел «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций»

Основная

1. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: пособие. В 3 ч. Ч. 1. Чрезвычайные ситуации и их предупреждение / С.В. Дорожко, И.В. Ролевич, В.Т. Пустовит. – 2-е изд. – Минск: Дикта, 2008. – 284 с.
2. Постник, М.И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях: учебник / М.И. Постник. – Минск: Вышэйшая школа, 2003. – 398 с.
3. Рылко, В.А. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций: курс лекций для студентов сельскохозяйственных учреждений высшего образования / В.А. Рылко, В.И. Коцуба. – Горки: БГСХА, 2012. – 152 с.
4. Босак В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В.Н. Босак [и др.] ; под общ. ред. В. Н. Босака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

Дополнительная

5. Гражданская оборона на объектах агропромышленного комплекса / И.М. Дмитриев, Г.Я. Курочкин, О.М. Мдивнишвили[и др.]; под ред. Н.С. Николаева, И.М. Дмитриева. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351 с.
6. Мархоцкий, Я.Л. Основы защиты населения в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие / Я.Л. Мархоцкий. – 2-е изд. – Минск: Вышэйшая школа, 2007. – 206 с.
7. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / З.С. Ковалевич, О.В. Хренов, В.Н. Босак, А.В. Домненкова. – Минск: МИТСО, 2015. – 316 с.
8. Босак, В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: практикум / В.Н. Босак, А.В. Домненкова. – Минск: Вышэйшая школа, 2016. – 192 с.
9. Босак, В.Н. Безопасность труда и пожарная безопасность в лесном хозяйстве: учебное пособие / В.Н. Босак. – Минск: РИПО, 2013. – 232 с.
10. Босак, В.Н. Охрана труда в агрономии: учебное пособие / В.Н. Босак, А.С. Алексеенко, М.П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 319 с.
11. Босак, В.Н. Радиационная безопасность в лесном хозяйстве: учебное пособие / В.Н. Босак, Л.А. Веремейчик. – Минск: РИПО, 2018. – 277 с.
12. Ковалевич, З.С. Безопасность жизнедеятельности человека: учебное пособие / З.С. Ковалевич, В.Н. Босак. – Минск: МИТСО, 2015. – 392 с.
13. Порядок обеспечения и расчет потребности средств индивидуальной защиты: методические указания / В.Е. Круглень [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 16 с.
14. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: пособие. В 3 ч. Ч. 2. Система выживания населения и защита территорий в чрезвычайных ситуациях / С.В. Дорожко, В.Т. Пустовит, Г.И. Морзак, В.Ф. Мурашко. – Минск: Дикта, 2007. – 400 с.

Нормативные правовые акты

15. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон Респ. Беларусь, 5 мая 1998 г., № 141-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 14.06.2005 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2005. – №103. – 2/1120.
16. О гражданской обороне: Закон Респ. Беларусь, 26 нояб. 2006 г., № 183-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 201. – 2/1280.
17. О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 апр. 2001 г., № 495: в ред. Постановления

Совета Министров Респ. Беларусь от 25.06.2013 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2013. – 5/37464.

18. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Закон Респ. Беларусь, 10 янв. 2000 г., № 363-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 4.01.2014 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2014. – № 2/2128.

19. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь, 15 июня 1993 г., № 2503-ХП: в ред. Закона Респ. Беларусь от 4.01.2014 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2014. – № 2/2128.

Раздел «Радиационная безопасность»

Основная

1. Чернуха Г. А. Радиационная безопасность: учеб. пособие / Г.А. Чернуха, Н.В. Лазаревич, Т.В. Лаломова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 235 с.

2. Чернуха Г.А. Безопасность жизнедеятельности человека. Радиационная безопасность: учебно-методическое пособие / Г.А. Чернуха, Ю.В. Азаренко – Горки: БГСХА, 2019. – 141 с.

3. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности человека". Часть "радиационная безопасность" для студентов всех специальностей. Горки: БГСХА, 2018

4. Дорожко, С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность: пособие. В 3-х ч. Ч. 3. Радиационная безопасность / С.В. Дорожко, И.В. Бубнов, В.Т. Пустовит. – 2-е изд. – Минск: Дикта, 2006. – 306 с.

5. Босак В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В.Н. Босак [и др.] ; под общ. ред. В. Н. Босака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

Дополнительная

6. Рекомендации по безопасному проживанию и ведению личного подсобного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории. Гомель: РНИУП «Институт радиологии». 2007. – 97 с.

7. Сборник нормативно-методических документов в области радиационного контроля. – Мн., 2008. – 229 с.

8. Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011 – 2015 годы и на период до 2020 года.

9. Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия», 2012.

10. Санитарные правила и нормы «Требования к радиационной безопасности», 2012.

11. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. 2011. – 90 с.

Нормативные правовые акты

11. О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий: Закон Респ. Беларусь, 6 янв. 2009 г., № 9-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – №2/1561.

12. О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: Закон Респ. Беларусь, 26 мая 2012 г., № 385-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – №2/1937.

13. О радиационной безопасности населения: Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 1998 г., №122-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – №2/656.

14. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99): Гигиенический норматив 10-117-99 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1999. – №8/309.

15. Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2011-2015 годы и на период до 2020 года // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. – №5/33118.

Раздел «Основы экологии»

Основная

1. Донской, Н.П. Основы экологии и экономика природопользования: учеб. пособие / Н.П. Донской, С.А. Донская. – Минск: УП «Технопринт», 2000. – 308 с.
2. Шимова, О.С. Основы экологии и экономика природопользования: учебник / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. ред. О. С. Шимова – 3-е изд. перераб. и доп. – Минск: БГЭУ, 2010. – 454 с.
3. Маврищев, В.В. Общая экология: курс лекций / В.В. Маврищев. Минск: Новое знание, 2005. – 298 с.: ил.
4. Соколовский, Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: учеб.-практ. пособие / Н.К. Соколовский, О.С. Шимова, Ю.В. Лешкович. – Минск: БГЭУ, 2003. – 105 с.
5. Босак В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В.Н. Босак [и др.] ; под общ. ред. В. Н. Босака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

Дополнительная

6. Акимова, Т.А. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
7. Диксон, Д. Экономический анализ воздействий на окружающую среду / Д. Диксон, Л. Скура, Р. Карпентер, П. Шерман; пер. с англ. – М.: ВИТА-Пресс, 2000.
8. Никаноров, А.М. Глобальная экология: учеб. пособие / А.М. Никаноров, Т.А. Хоружая. – М.: ПРИОР, 2000.

Нормативные правовые акты

9. Об охране окружающей среды: Закон Респ. Беларусь, 26 ноября 1992 г.: в ред. Закона, 18 июня 2019 г. № 201-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 26.06.2019, 2/2639.
10. Об охране атмосферного воздуха: Закон Респ. Беларусь, от 16 декабря 2008 г. № 2-3 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2009 г., №4, 2/1554 (опубликован - 9 января 2009 г.).
11. Об охране озонового слоя: Закон Респ. Беларусь, 12 ноября 2001 г., № 56-3: в ред. Закона, 16 июня 2014 г. № 161-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 04.02.2015, 8/29541.
12. Об особо охраняемых природных территориях: Закон Респ. Беларусь, 15 ноября 2018 г. № 150-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 13.12.2018, 2/2588.
13. О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду: Закон Респ. Беларусь, 18 июля 2016 г. № 399-3 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь 21.07.2016, 2/2397.
14. О техническом нормировании и стандартизации: Закон Респ. Беларусь, 05 янв. 2004 г., № 262-3: в ред. Закона 24 октября 2016 г. № 436-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь, 29.10.2016, 2/2434.
15. О земле: Кодекс Респ. Беларусь, 23 июля 2008 г. № 425-3: в ред. Закона, 18 июля 2018 г., № 403-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 21.07.2016, 2/2401.
16. Лесной: Кодекс Респ. Беларусь, 24 декабря 2015 г. № 332-3: в ред. Закона, от 18 декабря 2018 г. № 152-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 28.12.2018, 2/2590.
17. О ставках налога за использование природных ресурсов (экологического налога) и некоторых вопросах его взимания: Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2007 г. № 215 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., №118, 1/8564.

Раздел «Основы энергосбережения»

Основная

1. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. пособие / А.А. Андрижиевский, В.И. Володин. – 2-е изд., испр. – Минск: Выш. шк., 2005. – 294 с.

2. Карминский, В. Д. Экологические проблемы и энергосбережение: учебное пособие / В.Д. Карминский, В.И. Колесников, Ю.А. Жданов, В.М. Гарин / под общ. ред. В.Д. Карминского. – М.: Маршрут, 2004. – 592 с.

3. Лосюк, Ю. А. Нетрадиционные источники энергии: учебное пособие / Ю.А. Лосюк, В.В. Кузьмич. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 234 с.

4. Пестис, В.К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / В.К. Пестис, П.Ф.Богданович, Д.А. Григорьев. – 2-е изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 199 с.

5. Босак В.Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В.Н. Босак [и др.] ; под общ. ред. В. Н. Босака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

Дополнительная

6. Родькин, О.И. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие / О.И. Родькин [и др.]; под общ.ред. С.П. Кундаса. – Минск:МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. –160 с.

7. Энергосбережение как фактор повышения энергетической безопасности государственных участников содружества независимых государств // Аналитический доклад Европейской Экономической Комиссии ООН и Исполнительного Комитета СНГ, 2000.– 144 с.

Нормативные правовые акты

8. Об энергосбережении: Закон Республики Беларусь, 8 января 2015 г. № 239-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 11.01.2015, 2/2237.

9. О возобновляемых источниках энергии: Указ Президента Республики Беларусь от 24 сентября 2019 г. № 357// Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 26.09.2019, 1/18588.

10. Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства: Директива Президента Респ. Беларусь, 14 июня. 2007 г., № 3 в редакции Указа № 26 от 26 января 2016 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 28.01.2016, 1/16252.

4.2. Примерный перечень практических, лабораторных занятий

Раздел «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций»

1. Приборы дозиметрического контроля, радиационной и химической разведки.
2. Защитные сооружения гражданской обороны.
3. Средства индивидуальной защиты.
4. Действия формирований гражданской обороны по ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий.
5. Первая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.
6. Защита и обеззараживание продукции агропромышленного комплекса и воды. Обеззараживание территории объекта. Санитарная обработка персонала.

Раздел «Радиационная безопасность»

1. Радиационный контроль пищевых продуктов, сельскохозяйственного сырья и кормов
2. Определение периода полураспада радионуклидов.
3. Изучение устройства и принципа работы дозиметров. Измерение дозиметрических величин
4. Естественная и техногенная радиоактивность почвы.
5. Прогнозирование радиационного загрязнения продукции растениеводства.
6. Нормирование поступления радионуклидов в организм сельскохозяйственных животных
7. Влияние биологических особенностей растений на накопление радионуклидов из почвы.
8. Технологические методы обработки сельскохозяйственной продукции, направленные на снижение содержания радионуклидов.

Раздел «Основы экологии»

1. Основы законодательства Республики Беларусь по экологии. Правовые вопросы охраны окружающей среды.
2. Экологические основы ведения сельскохозяйственного производства. Проблема накопления нитратов и тяжелых металлов в сельском хозяйстве
3. Биогенное загрязнение водных экосистем.
4. Организация охраны природы и заповедного дела в Республике Беларусь. Международное сотрудничество. Природоохранные территории Республики Беларусь. Красная книга.
5. Глобальные экологические проблемы.

Раздел «Основы энергосбережения»

1. Правовые механизмы регулирования использования энергоресурсов. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов.
2. Оценка энергоэффективности в растениеводстве и животноводстве.
3. Расчет биоэнергетической эффективности защитных мероприятий в растениеводстве.
4. Сравнительная оценка биоэнергетической эффективности применения минеральных и органических удобрений.
5. Оценка энергоэффективности защищенного грунта.
6. Энергетическая эффективность способов обработки почвы.
7. Энергосбережение в селекции и земледелии.
8. Изучение приборов учета и контроля параметров расхода воды, газа и тепловой энергии.
9. Снижение потерь при энергоснабжении сельских потребителей.
10. Расчет снижения энергоемкости вентиляции на примере коровника для содержания крупнорогатого скота.

11. Расчет эффективности освещения при рациональном выборе источников света для производственного помещения.

12. Расчет экономии электроэнергии регулируемого электропривода измельчителя кормов при увеличении степени загрузки электрического двигателя.

4.3. Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности; применение творческого подхода, реализуемого на практических и лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- проектные технологии, реализуемые при самостоятельной работе.

4.4. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде выполнения расчетов в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- подготовка и участие в предметной олимпиаде.

4.5. Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для диагностики компетенций рекомендуется использовать следующие формы:

1. *Устная форма*: собеседование, опрос.
2. *Письменная форма*: письменные отчеты по лабораторным и практическим работам.
3. *Устно-письменная форма*: отчеты по лабораторным и практическим работам с их устной защитой; зачет.
4. *Техническая форма*: электронные тесты для защиты лабораторных и практических работ, самостоятельной работы в компьютерном классе.

Для проведения процедуры диагностики компетенций фонды оценочных средств включают:

- комплекты заданий для защиты теоретического и практического материала по разделу;
- комплекты тестовых заданий для защиты лабораторных и практических работ.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера)
---	------------------	---	---

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на 20 21/2022 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1.	Расширено содержание лекционного материала по теме «Энергосбережение в земледелии и производстве продукции растениеводства» и «Использование	Обновление рекомендаций РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» по развитию

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на 20 22 / 20 23 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1.	– расширено содержание лекционно-го материала по теме «Энергосбе-	Акт о внедрении научно-исследовательской разработки в образовательный процесс (№

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на 2023 /2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1.	Расширено содержание лекционного материала по теме «Организация энергосбережения и использования экологических ресурсов» и «Энергосбережение в земледелии и производстве продукции растениеводства»	Обновление рекомендаций РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» по возделыванию сельскохозяйственных культур
2.	Усовершенствована методика выполнения практического занятия по теме «Расчет энергетических затрат на обработку почвы» и «Сравнительная эффективность систем обработки почвы под с.-х. культуры»	Обновление рекомендаций РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» по возделыванию сельскохозяйственных культур

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры земледелия
(протокол № 10 от « 30 » июня 2023 г.)

Заведующий кафедрой земледелия

Канд. с.-х. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А. С. Маорин
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан агротехнологического факультета

Канд. с.-х. наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Н. А. Духовца
(И.О.Фамилия)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на 2024 /2025 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1.	Расширено содержание лекционного материала по теме «Энергоэффективность современных технологий сельскохозяйственного производства»	Обновление статистических данных за 2023 г.
2.	Усовершенствована методика выполнения практического занятия по теме «Расчет энергетических затрат на обработку почвы» и «Сравнительная эффективность систем обработки почвы под с.-х. культуры»	Обновление статистических данных за 2023 г.

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры земледелия (протокол № 10 от «26»июля 2024 г.)

Заведующий кафедрой земледелия

Кадр. с.-х. и. доцент

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан агротехнологического факультета

Кадр. с.-х. и. доцент

(подпись)

(И.О.Фамилия)

4.2. Учебно-методическая литература для изучения дисциплины «БЖЧ. Основы энергосбережения» по специальности 1-74 02 01 Агрономия

ОСНОВНАЯ

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека: учеб. пособие / В. Н. Босак [и др.]; под общ. ред. В. Н. Босака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
2. Земледелие: практикум: учебное пособие А.С. Мастеров [и др.]. под ред. А.С. Мастерова. - Минск: ИВЦ Минфина. 2019. – 300 с.
3. Шимова. О.С. Основы экологии и экономика природопользования : учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский ; ред. О. С. Шимова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Минск : БГЭУ, 2020. - 454 с. - 25 экз.
4. Пестис, В. К. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве: 2-е изд.: учеб. пособие / В. К. Пестис, П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьев. - Минск : ИВЦ Минфина, 2008. - 200 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

5. Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения. Методика энергетического анализа обработки почвы : методические указания к лабораторным занятиям / А. С. Мастеров, Е. И. Шершнёва, Д. И. Романцевич. - Горки : БГСХА, 2019. - 54 с.
6. Безопасность жизнедеятельности человека. Основы энергосбережения : методические указания по изучению дисциплины / А. С. Мастеров [и др.]. - Горки : БГСХА, 2016. - 70 с.
7. Основы энергосбережения : учеб. пособие / Б. И. Врублевский, С. Н. Лебедева, А. Б. Невзорова и др. ; под ред. Б. И. Врублевского. - Гомель : ЧУП «ЦНТУ «Развитие», 2002. - 190 с.
8. Самойлов, М. В. Основы энергосбережения : учеб. пособие / М. В. Самойлов, В. В. Паневчик, А. Н. Ковалев. - Минск : БГЭУ, 2002. - 198 с.
9. Энергосбережение в сельскохозяйственном производстве : лекция / А. В. Ключков, О. С. Ключкова. - Горки : БГСХА, 2007. - 64 с.
10. Основы энергосбережения : ответы на экзаменационные вопросы / О. В. Свидерская. - Минск : ТетраСистемс, 2018.- 176 с.
11. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / Нац. акад. наук Беларуси; Институт экономики - Центр аграрной экономики; под ред. В. Г. Гусакова; сост. Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов. - Минск : Бел. наука, 2006. - 709 с.
12. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые и транспортные работы в сельском хозяйстве / «Респ. нормат.-исслед. центр» М-ва с.х. и продовольствия Респ. Беларусь; разработ. С. В. Соусь и др. - Барановичи : Баранов, укрупн. тип., 2005. - 202 с.

13. Шило, И. Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / И. Н.Шило, В. Н.Дашков. — Минск: БГАТУ, 2003. — 183 с.

14. Мархоцкий, Я. Л. Основы экологии и энергосбережения : учеб. пособие для студентов учреждения по профилям образования " Искусство и дизайн", " Гуманитарные науки" / Я. Л. Мархоцкий. - Минск : Вышэйшая школа, 2014. - 287 с. -2 экз.

Учебное издание

Шершнева Елена Ивановна
Мастеров Алексей Сергеевич

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА.
ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ»

Издано в авторской редакции

Усл.печ.л. 14,64. Уч.-изд. л. 6,88

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.